



Bulletin de l'Institut français d'études andines

ISSN: 0303-7495

secretariat@ifea.org.pe

Institut Français d'Études Andines

Organismo Internacional

Aragao Rocha de, José Oribe

O impacto do ENSO e do dipolo do Atlântico no nordeste do Brasil

Bulletin de l'Institut français d'études andines, vol. 27, núm. 3, 1998

Institut Français d'Études Andines

Lima, Organismo Internacional

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12627346>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's homepage in redalyc.org

redalyc.org

Scientific Information System

Network of Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal

Non-profit academic project, developed under the open access initiative

## O IMPACTO DO ENSO E DO DIPOLO DO ATLÂNTICO NO NORDESTE DO BRASIL

*José Oribe Rocha de ARAGÃO \**

### Resumen

Se ha realizado una breve revisión de los fenómenos El Niño Oscilación del Sur y el Dipolo Atlántico con relación a sus impactos en Brasil, especialmente en la parte noreste del Noreste de Brasil (NEB). Las anomalías en las lluvias son causadas por las variaciones del Temperatura Superficial del Mar (SST) en los Atlántico Tropical y Pacífico Ecuatorial. La respuesta atmosférica tropical se muestra como cambios en la circulación meridional (Hadley) y zonal (Walker) con un descenso anómalo en los años secos y un acelerado movimiento vertical durante los años con exceso de precipitación. En las latitudes extra-tropicales, un fenómeno de bloqueo asociado con un séquito de ondas de Rossby desde el Pacífico cambia la magnitud y trayectoria de las Corrientes en Chorro en ambos hemisferios, también cambiando la trayectoria e intensidad de los sistemas frontales fríos, conduciendo a lluvias torrenciales con inundaciones en el Sudeste y Sur de Brasil.

**Palabras claves:** *El Niño, dipolo del Atlántico, anomalía de precipitación, circulación atmosférica, nordeste del Brasil.*

### IMPACT DANS LE NORDESTE DU BRÉSIL DE L'ENSO ET DU DIPÔLE DE L'ATLANTIQUE

### Résumé

Nous avons tout d'abord passé rapidement en revue les phénomènes El Niño/Oscillation du Sud et dipôle de l'Atlantique en fonction de leur impact au Brésil et surtout dans la partie septentrionale du Nordeste du Brésil. Les anomalies de précipitations sont surtout provoquées par les variations de la SST dans les océans Atlantique tropical et Pacifique équatorial. On montre la réponse de l'atmosphère tropicale pour les circulations méridionales (Hadley) et zonales (Walker), qui s'affaiblissent anormalement les années sèches, alors que les déplacements verticaux s'accroissent les années humides. Hors des latitudes tropicales, des phénomènes de blocage, associés à des trains d'ondes de Rossby dans le Pacifique changent la puissance et la trajectoire des jet-stream dans les deux hémisphères, modifiant également la trajectoire et l'intensité des systèmes de fronts froids et provoquent des pluies torrentielles et des inondations dans le Sud-est et le Sud du Brésil.

**Mots-clés:** *El Niño, Dipôle de l'Atlantique, Anomalie de précipitation, Circulation atmosphérique, Nordeste du Brésil.*

---

\* Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (Sectma) do Governo do Estado de Pernambuco - Rua Irmã Maria David 180 - Casa Forte - 52.061.070 - Recife - PE - Brasil - Fone: (081) 441 5636 ext. 214 - Fax: (081) 441 7627, 268 1132 - e.mail: oribe@sectma.pe.gov.br

## IMPACT OF ENSO AND ATLANTIC DIPOLE IN NORTH-EASTERN BRAZIL

### Abstract

A brief review of the El Niño/Southern Oscillation and Atlantic Dipole phenomena has been made with relation to their impacts on Brazil, especially in the northern North-east Brazil (NEB). Anomalies in rainfall are mainly caused by the SST variations in the tropical Atlantic and equatorial Pacific oceans. The atmospheric tropical response is shown as changes in the meridional (Hadley) and zonal circulation (Walker) with anomalous subsidence in the drought years and accelerated vertical motion during the years with excess rainfall. In the extra-tropical latitudes, blocking phenomenon associated with a train of Rossby waves from the Pacific changes the magnitude and trajectory of the jet streams in both hemispheres, also changing the trajectory and intensity of the cold front systems, leading to torrential rains with floods in Southeast and South of Brazil.

**Key words:** *El Niño, Atlantic Dipole, Rainfall anomaly, Atmospheric circulation, North-east of Brazil.*

O El Niño (EN) e a Oscilação do Sul (OS) são um fenômeno global do oceano e da atmosfera conhecido como ENOS. As anomalias climáticas relacionadas são persistentes e duram vários meses, principalmente na atmosfera tropical (Aragão, 1986). Exemplos são as secas na Indonésia, Austrália e norte do Nordeste do Brasil. Chuvas acima da normal ocorrem no Peru, Equador e Ilhas do Pacífico central e leste. Existem também anomalias em latitudes extra-tropicais, como as temperaturas acima da normal no Alasca, Sudeste da Ásia, Sul e Sudeste do Brasil e chuvas acima da normal no Sudeste e Sul do Brasil, Uruguai e Norte da Argentina.

O El Niño é o aquecimento da água do mar no Pacífico Tropical da costa do Peru/Equador até o oeste do Pacífico. O nome El Niño se refere ao Menino Jesus pois, desde o século XVI, os pescadores do Peru/Equador denominaram o aquecimento das águas do mar com esse nome, já que acontecia próximo do natal. O fenômeno anti-El Niño, também conhecido como La Niña, é o oposto do El Niño e causa anomalias opostas.

A Oscilação do Sul é a variação anômala da pressão atmosférica tropical, sendo uma resposta aérea ao El Niño, associada a mudanças na circulação geral da atmosfera. Nos anos de El Niño, a pressão tende a valores mais baixos no Pacífico e aumenta no restante da região tropical. Os valores baixos da pressão, o aumento da evaporação no Pacífico e a mudança dos ventos alísios aumentam os movimentos ascendentes, formam mais nuvens e produzem mais chuva. Os movimentos ascendentes acelerados e o calor latente de condensação (liberado no processo de formação das nuvens) modificam a circulação geral (Walker), causando movimentos descendentes anômalos em outras partes da atmosfera tropical, principalmente no sentido zonal. Esses movimentos descendentes inibem a formação de nuvens e reduzem a precipitação (com secas em eventos moderados a fortes), como no caso do norte do Nordeste do Brasil e da Indonésia. Nas regiões extra-tropicais, a circulação da atmosfera (corrente de jato) também é alterada, causando o fenômeno de bloqueio e mudando a trajetória e intensidade dos sistemas frontais, causando mais chuvas (e enchentes nos episódios moderados e fortes), como no caso do Sul do Brasil.

Também existe outro fenômeno oceano-atmosférico conhecido como Dipolo do Atlântico que causa variação de precipitação no Nordeste do Brasil e na África. O Dipolo do Atlântico é uma mudança anômala na temperatura da água do mar no Oceano Atlântico Tropical. Esse fenômeno muda a circulação meridional da atmosfera (Hadley) e inibe ou aumenta a formação de nuvens sobre o Nordeste do Brasil e alguns países da África, diminuindo ou aumentando a precipitação. Quando as águas do Atlântico Tropical Norte estão mais quentes e as águas do Atlântico Equatorial e Tropical Sul estão mais frias, existem movimentos descendentes anômalos sobre o Nordeste do Brasil e alguns países da África Ocidental, inibindo a formação de nuvens e diminuindo a precipitação, podendo causar secas. Por outro lado, quando as águas do Atlântico Tropical Norte estão mais frias e as águas do Atlântico Tropical Sul estão mais quentes, existem movimentos ascendentes anômalos sobre o Nordeste do Brasil e países da África Ocidental, acelerando a formação de nuvens e aumentando a precipitação e provocando enchentes, em muitas ocasiões.

Os períodos de duração das secas e enchentes vão depender do período de atuação, duração, intensidade e cobertura do ENOS e do Dipolo do Atlântico. Os episódios podem ser considerados muito fracos, fracos, moderados e fortes dependendo do valor da temperatura da água do mar, a extensão e o período de atuação (Aragão, 1990).

As figuras 1a e 1b mostram as anomalias observadas de precipitação no norte do Nordeste durante a estação chuvosa de fevereiro a maio plotadas contra as anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) nos oceanos Pacífico e Atlântico no período de 1970 a 1988 para os dados observados e os de um modelo atmosférico da França, respectivamente, e indicam que os dois oceanos são muito importantes na determinação das anomalias de chuva no Nordeste, principalmente nos anos com excesso de precipitação (Fig. 1).

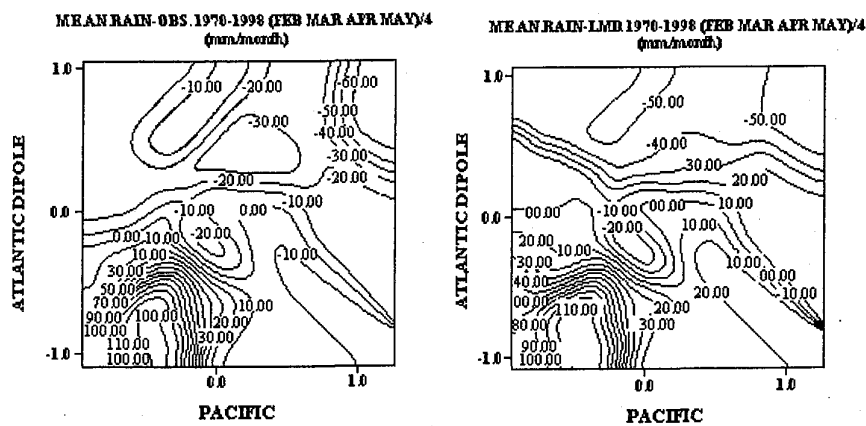
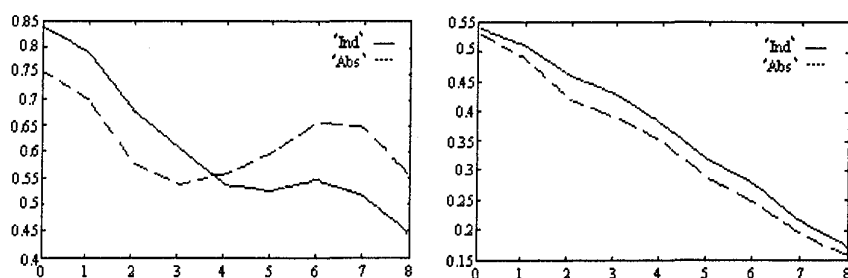


Fig. 1 - Anomalias observadas de precipitação no Nordeste (mm/mês) durante a estação chuvosa de fevereiro a maio plotadas contra as anomalias de TSM nos oceanos Pacífico e Atlântico no período de 1970 a 1988 para os dados observados (a) e os de um modelo do Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD) - França (b) (Aragão, 1996).

As correlações lineares entre índices de anomalias de precipitação sobre o Nordeste e índices de anomalias de TSM no Pacífico e Atlântico para março e abril mostram que as relações mais fortes são entre a precipitação do modelo (NOR-LMD) e o Dipolo do Atlântico (DIP) (0,91), NOR-LMD e Atlântico Norte (ATLN) (-0,87), e NOR-LMD e Pacífico (PAC) (-0,75). As correlações com os dados observados de 67 localidades (De Brito *et al.*, 1991) (NOR-OBS) e DIP (0,75), NOR-OBS e ATLN (-0,65), et NOR-OBS e PAC (-0,70) mostram valores inferiores às correlações feitas com dados do modelo indicando que o modelo não representa a totalidade da variabilidade atmosférica (Aragão *et al.*, 1994, Roucou *et al.*, 1996). No entanto, a correlação entre NOR-OBS e NOR-LMD (0,83 para março-abril e 0,91 para fevereiro-maio) mostra que o modelo simula corretamente a variabilidade interanual da estação chuvosa sobre o Nordeste com poucas exceções (Harzallah *et al.*, 1996).

Correlações defasadas no tempo entre as anomalias de precipitação no Nordeste durante a estação chuvosa de fevereiro a maio e as anomalias de TSM nos oceanos Pacífico e Atlântico (-0,53 e -0,54 para o Pacífico, e 0,75 e 0,84 para o Dipolo do Atlântico com dados observados e modelados, respectivamente) (Fig. 2) indicam um decréscimo à medida que a defasagem aumenta. No entanto, para o Dipolo do Atlântico, a defasagem 6 (meses de agosto a novembro) apresenta índice maior (0,66 para os dados observados) com respeito às defasagens imediatamente superior e inferior. Isso indica que as informações de TSM do oceano Atlântico até 6 meses antes do início da estação chuvosa no Nordeste são mais importantes do que as do Pacífico para a previsão das anomalias de precipitação no Nordeste (Fig. 2).

Os resultados de experiências com o modelo serviram de base ao cálculo de campos compostos de vento zonal, meridional e de velocidade vertical além de outros campos atmosféricos (Roucou *et al.*, 1996; Harzallah *et al.*, 1996; Aragão, 1996). Mudanças nas circulações de Hadley e Walker são observadas com subsidência anormal durante os anos

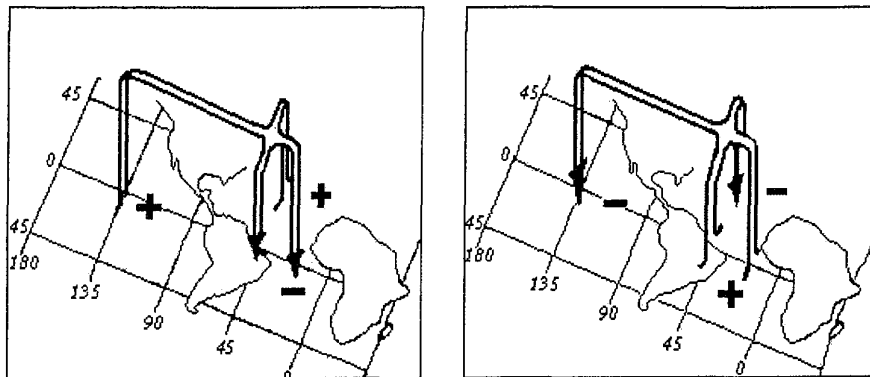


**Fig. 2 - Correlações defasadas no tempo ("lag" correlations) entre o Dipolo do Atlântico (a) e o Pacífico (b) até o lag 8. Os dados utilizados foram os dados mensais de 1970 a 1988. Lag 0 corresponde aos meses fevereiro-maio e lag 6 corresponde aos meses de agosto-novembro. Linha mais cheia corresponde aos dados do modelo enquanto que as pontilhadas correspondem aos dados observados. Os áreas nos oceanos foram aquelas onde a correlação não defasada (lag 0) ultrapassou 0,4 em valores absolutos.**

secos e movimento ascendente anormal durante os anos úmidos sobre o Nordeste (Aragão Roucou *et al.*, 1994). A Fig. 3 mostra um esquema do resultado da mudança da circulação atmosférica devido à forçante anômala das TSMs. Desse modo, as flutuações interanuais na precipitação do Nordeste são devidas principalmente aos dois oceanos tropicais, Pacífico (ENOS) e Atlântico (Dipolo) com dois modos principais:

- Pacífico positivo (Pacífico quente) e Dipolo negativo (Atlântico Sul frio e Atlântico Norte quente) correspondendo a episódios de seca;
- Pacífico negativo (Pacífico frio) e Dipolo positivo (Atlântico Sul quente e Atlântico Norte frio) correspondente a anos com excesso de chuva.

As observações e previsões climáticas atuais (meses de julho a novembro de 1997) indicam um evento de El Niño muito forte e um Dipolo do Atlântico desfavorável às chuvas do norte do Nordeste do Brasil. Assim sendo, o ano de 1998 deverá ser de chuvas muito abaixo da normal no norte do Nordeste do Brasil, com redução de precipitação maiores do que 50%, causando secas em várias áreas.



**Fig. 3. - Desenho esquemático das anomalias das circulações de Hadley e Walker em relação com as TSMs: (a) Pacífico quente, Atlântico Norte quente e Atlântico Sul frio; (b) Pacífico frio, Atlântico Norte frio e Atlântico Sul quente (Aragão *et al.*, 1996).**

No Sul e Sudeste do Brasil, o inverso é previsto, com enchentes em várias cidades. Isso está de acordo com as previsões climáticas utilizando métodos estatísticos, previsões de modelos de circulação geral da atmosfera, modelos acoplados oceano-atmosfera e com sinais oceânicos de um evento de El Niño em curso desde dezembro de 1996 e janeiro de 1997. Nessas regiões, a resposta atmosférica ao fenômeno ENOS se dá na forma de um trem de ondas de Rossby anômalo, causando bloqueio e impedindo que as frentes frias do sul avancem na direção norte-nordeste (Aragão, 1986). As frentes frias são mais intensas e permanecem mais tempo nessas regiões nos meses de setembro a fevereiro causando mais chuvas e inundações.

Vale ainda informar que, em alguns anos com eventos semelhantes ao atual, a precipitação total da pré-estação chuvosa no norte do Nordeste (novembro a fevereiro) foi maior do que a normal climatológica. Provavelmente, isso se deveu a maior

freqüência de vórtices ciclônicos de ar superior (*cold lows*), instabilidades de frentes frias que conseguiram quebrar os bloqueios, instabilidades da Zona de Convergência Intertropical e fortalecimento da brisa marítima devido a um maior contraste entre a temperatura do mar e a da superfície do continente. Outros sistemas atmosféricos, também, podem ser importantes no aumento dessas chuvas. Por esse motivo, as chuvas da pré-estação chuvosa devem ser aproveitadas e armazenadas pois a estação chuvosa propriamente dita ficará em déficit hídrico.

### Referências citadas

- ARAGÃO, J. O. R., 1986 - A general circulation model investigation of the atmospheric response to El Niño. *NCAR/CT-100*: 144p.
- ARAGÃO, J. O. R., 1990 - Fatos sobre o fenômeno de El Niño e sua relação com as secas no Nordeste do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia*, **14**(1): 2-8.
- ARAGÃO, J. O. R., ROUCOU, P., HARZALLAH, A., FONTAINE, B. & JANICOT, S., 1994 - Variabilité atmosphérique sur le Nordeste brésilien dans le modèle de circulation générale du LMD (1970-1988). *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, **7**: 432-438; Grécia: Panagiotis Maheras (Ed).
- ARAGÃO, J. O. R., 1996 - A influência dos Oceanos Atlântico e Pacífico sobre a circulação atmosférica e a chuva na Região semi-árida do Nordeste do Brasil: Simulação e Observação. *SBMet, Anais do IX Congresso Brasileiro de Meteorologia, 6-13 de novembro de 1996, Campos do Jordão - SP*, 830-833.
- DE BRITO, J. I., NOBRE, C., E ZARANZA, A. R., 1991 - A precipitação da pré-estação e a previsibilidade da estação chuvosa do norte do Nordeste. *Boletim Climanálise, INPE*, **6**, 39-54.
- HARZALLAH, A., ARAGÃO, J. O. R., SADOURNY, R., 1996 - Interannual rainfall variability in North-east Brazil: Observation and model simulation. *Int. J. Climatol.*, **16**, 861-878.
- ROUCOU, P., ARAGÃO, J. O. R., HARZALLAH, A., FONTAINE, B., E JANICOT, S., 1996 - Vertical Motion changes related to North-east Brazil rainfall variability: A GCM simulation. *Int. J. Climatol.*, **16**, 879-891.