

VARIAÇÃO ESPACIAL DAS ANOMALIAS DE PRECIPITAÇÃO NA AMAZÔNIA ORIENTAL EM FUNÇÃO DAS ANOMALIAS DE TSM

ALESSANDRO R. S. E. SANTO¹, NAURINETE J. C. BARRETO², ANTÔNIO J. S. SOUSA²

¹Meteorologista, mestrando em Meteorologia, Instituto de Ciências Atmosféricas, UFAL, Maceió – AL, Fone: (0 xx 82) 32141368, alessandro_rene@yahoo.com.br

²Meteorologista, mestrando(a) em Meteorologia, Instituto de Ciências Atmosféricas, UFAL, Maceió – AL, Fone: (0 xx 82) 32141368,

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 –
Aracaju – SE

RESUMO: O conhecimento científico atual é de que, em geral, a fase quente do El Niño (fria da La Niña) relacionado ao ciclo do ENOS sobre o Oceano Pacífico e as fases do gradiente meridional de TSM apontando para a bacia norte (sul) sobre o Oceano Atlântico intertropical estão associados a uma estação chuvosa essencialmente deficiente (abundante) na Amazônia. O objetivo deste trabalho é avaliar quais são as regiões espaciais sobre a Amazônia oriental em que a relação acima (TSM x Precipitação) é efetivamente válida. Para isso, utilizam-se dados mensais referentes a um período de 50 anos (1950-1999) e a metodologia de correlação linear para averiguar as relações estatísticas significantes entre os índices de TSM representativos do Pacífico/Atlântico e um conjunto de dados de precipitação regional em ponto de grade sobre a Amazônia oriental, durante os meses da estação chuvosa. Os mapas de correlações obtidos para o lag 0 e para cada mês da estação chuvosa evidenciaram que existem áreas preferenciais em que a relação TSM x Precipitação é válida (áreas com significância estatística), sendo que as referidas áreas variam de mês para mês, com o mês de maio sendo o que apresenta a maior área de significância cobrindo toda região estudada.

PALAVRAS-CHAVE: precipitação mensal no leste amazônia, índices de TSM no pacífico e atlântico, correlação linear.

SPACE VARIATION OF THE ANOMALIES OF PRECIPITATION ON THE EASTERN AMAZON IN FUNCTION OF THE ANOMALIES OF SST

ABSTRACT: The current scientific knowledge points out that the warm phase of the El Niño (cold phase of the La Niña) related to the ENSO cycle over the Pacific Ocean and the phases of the northward (southward) interhemispheric SST gradient over the intertropical Atlantic Ocean are associated with a rainy season essentially deficient (abundant) in the Amazon. The objective of this work is to evaluate what are the spatial areas over the eastern Amazon in which the aforementioned SST x Precipitation relationship is indeed valid. Thus, monthly data covering a period of 50 years (1950-1999) and the lineal correlation methodology, are used to evaluate the significant statistical relationships between the Pacific/Atlantic indices and a gridded regional precipitation dataset over the eastern Amazon, during the months of the rainy season. The correlations maps constructed with lag 0 and for each month of the rainy season evidenced that

there are preferential regions in which the SST x Precipitation relationship is valid (areas with statistical significance), so that these regions spatially vary month-to-month, so that the May is the month with largest spatial significance covering most of the eastern Amazon.

KEYWORDS: Monthly precipitation on the Eastern Amazon, Pacific and Atlantic SST indices, Linear correlation.

INTRODUÇÃO: A precipitação é um dos principais elementos climáticos na região Amazônica, em que seu ciclo anual exibe um máximo entre meados da primavera e final do outono austral (Marengo *et al.*, 2001). Diversos trabalhos anteriores demonstraram que a qualidade do regime chuvoso sobre a Amazônia oriental é sensivelmente influenciada pelos padrões das anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) sobre os Oceanos Atlântico e Pacífico tropical. E considerando a concepção do efeito combinado Pacífico + Atlântico, sobre o regime pluviométrico, foram definidos dois cenários contrastantes caracterizados como favorável (FAV) ou abundante com ocorrência de La Niña sobre o Pacífico e do gradiente meridional de TSM apontando para a bacia sul do Atlântico Intertropical e desfavorável (DESF) ou deficiente com manifestação simultânea de El Niño sobre o Pacífico e do gradiente meridional de TSM apontando para a bacia norte do Atlântico Intertropical. É utilizada uma série extensa de dados cobrindo um período de 50 anos (1950 a 1999) com o objetivo de explorar as relações regionais entre os índices de TSM observados no Oceano Pacífico e Atlântico e a distribuição espacial da precipitação no Leste da Amazônia para cada mês do regime chuvoso, em particular de Dezembro a Maio. Os resultados dos mapas de correlações estatisticamente significantes obtidos neste trabalho, resultaram numa visão objetiva e espacial das regiões ao longo dos estados do Pará e Amapá que efetivamente são influenciadas por cada área do Pacífico (relacionada ao ciclo do ENOS) e do Atlântico (relacionada ao gradiente intertropical - GRAD). Com isso é possível ajudar no melhor planejamento das atividades agrícolas, visando melhores rendimentos da cultura e melhor preparo contra condições adversas do tempo associado às características da TSM.

MATERIAIS E MÉTODOS: Toda a base de dados mensais a ser utilizada abrange o período de 1950 a 1999 (50 anos). Com índices mensais de TSM observados nas áreas do Niño1+2, Niño3, Niño3+4 e Niño 4 sobre o Pacífico Equatorial e nas Bacias Norte (NATLA) e Sul (SATLA) do Atlântico Tropical, os quais encontram-se disponíveis no site do Climate Prediction Center (CPC) da NOAA (www.cpc.ncep.noaa.gov). Os dados médios mensais da precipitação (PRP), em ponto de grade observada sobre o leste da Amazônia, foram geradas por Webber e Willmott (1998). A área de estudo corresponde às latitudes de 9.5°S a 2.5°N e Longitudes de 58.5°W a 46.5°W. Inicialmente foi gerada a climatologia de longo período para os valores de PRP. Tal climatologia foi calculada como as médias aritméticas dos valores da variável em ponto de grade para cada mês do ano, segundo a expressão:

$$\bar{X}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_{i,j} \quad i = 1, \dots, 12; \quad j = 1, \dots, N$$

onde $X_{i,j}$ é uma grade com 26 pontos em longitude e 26 pontos em latitude, para o mês i e ano j ; \bar{X}_i é a climatologia de X em cada ponto de grade para o mês i . N é o número de anos utilizados (30 anos).

Logo após foi calculado o desvio padrão através da fórmula:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_{i,j} - \bar{X}_i)^2}{n-1}} \quad i=1,\dots,12; \quad j=1,\dots, N$$

Onde σ_i é o desvio padrão da variável X para o mês i , em ponto de grade. Em seguida foram calculados os desvios normalizados aplicando a equação:

$$dnX_{i,j} = \frac{X_{i,j} - \bar{X}_i}{\sigma_i} \quad i=1,\dots,12; \quad j=1,\dots, N$$

Onde $dnX_{i,j}$ é o desvio normalizado da variável X para o mês i e ano j .

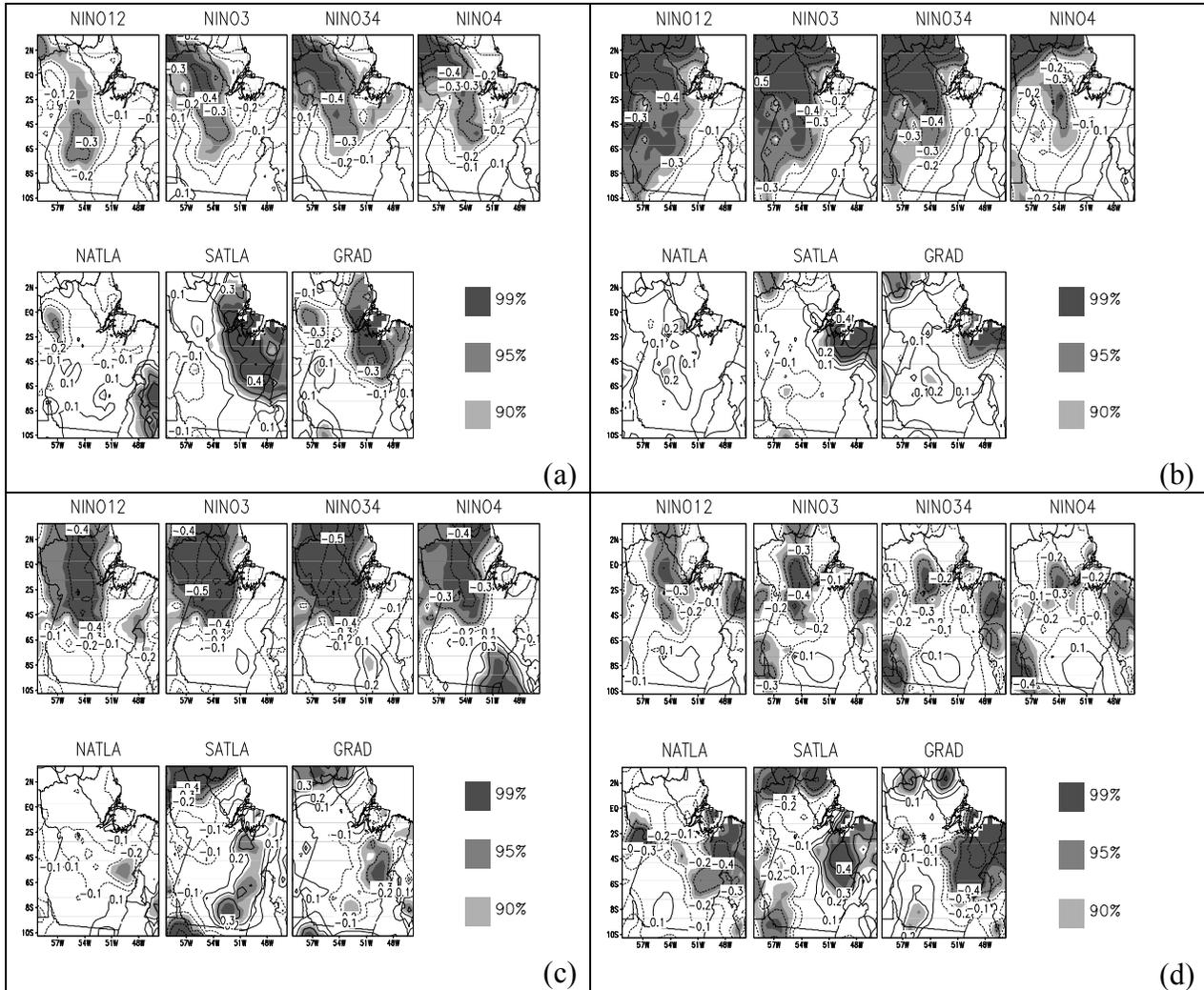
A relação entre os índices de TSM e a grade dos desvios normalizados de precipitação no leste da Amazônia será objetivamente diagnosticada utilizando a correlação linear simples, cuja fórmula é:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{j=1}^n (dnX_{(i,j)})(dnY_{(i,j)})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (dnX_{(i,j)})^2 (dnY_{(i,j)})^2}} \quad \text{para } i=1,\dots,12 \text{ e } j=1,\dots,N$$

O mapa espacial de correlação será obtido utilizando a função do GrADS denominada de *tcorr*, a qual calcula a correlação entre a série temporal e cada um ponto de grade. A correlação será feita com *lag* 0 “zero” ou simultâneo, ou seja, aplica-se o *tcorr* na série temporal para cada índice de TSM e a grade horizontal de precipitação somente para os meses de dezembro entre os anos de 1950 a 1999 (50 tempos). A seguir, aplica-se o *tcorr* considerando somente os meses de janeiro e assim por diante até os meses de maio. Para avaliar a significância estatística das correlações utiliza-se um teste-T de Student considerando que cada ano representa um evento independente. Como as correlações são empregadas para o período de 1950 a 1999 (50 meses), considera-se então que o tamanho da amostra $n = 50$ também tem 50 graus de liberdade. Aplicando-se o teste, obtemos que as correlações nos mapas espaciais (resultados do *tcorr*) cujos valores absolutos forem maiores do que os limiares 0.231, 0.273 e 0.354 representam as áreas com significância de 90, 95 e 99%. Essas áreas são destacadas nos mapas de correlação em cores cinza.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A partir dos mapas de correlação mensal (Figura 1) é possível verificar que os resultados das correlações estatisticamente significantes, evidenciadas neste trabalho, demonstram que existem áreas preferenciais em que ocorrem anomalias de PRP devido anomalias de TSM. Estas áreas variam de mês para mês e encontram-se sumarizadas abaixo:

Para dezembro, nota-se que o setor Niño 3+4 e o SATLA são os setores que exercem maior influência no regime pluviométrico do Pará e Amapá, já os setores Niño 1+2 e NATLA apresentaram a menor influência na precipitação regional. Sendo as áreas ao Norte de 6°S que apresentam significância estatística de anomalias de PRP em função do efeito combinado Pacífico + Atlântico. De uma maneira geral, no mês de janeiro, observa-se que o setor Niño 4 é o que exerce menor influencia na precipitação, tanto em significância quanto em área, assim como o NATLA. Por outro lado, os setores Niño 1+2, 3 e 3+4 e o SATLA são os que apresentam maior influencia na PRP. E verifica-se que as regiões localizadas a Oeste e uma pequena área do NE do Pará e quase todo o Amapá apresentam anomalias de PRP ocasionadas pelas anomalias de TSM dos oceanos Pacífico e Atlântico.



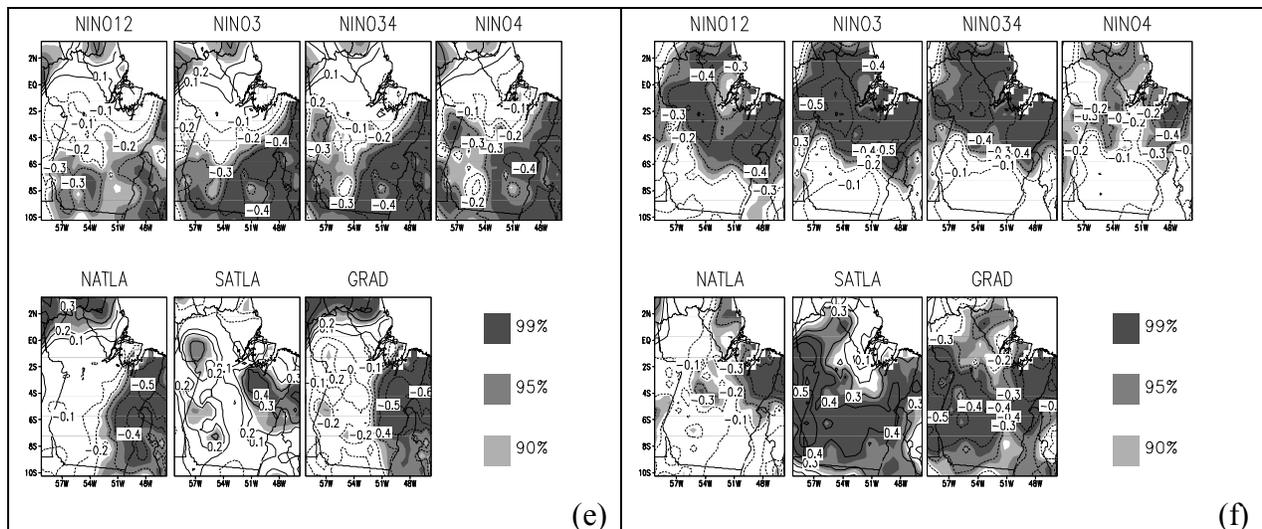


Figura 1: Mapas de Correlação (*lag 0*) entre os índices de TSM e a precipitação no leste da Amazônia para os meses de Dezembro (a), Janeiro (b), Fevereiro (c), Março (d), Abril (e) e Maio (f).

Em Fevereiro notar-se que o setor Niño 4 e o SATLA exercem as maiores influências no regime pluviométrico e que o NATLA permanece exercendo a menor influência. Ressalta-se ainda que as áreas localizadas a Leste e a NW do Estado do Pará e grande parte do Estado do Amapá apresentam significantes anomalias de PRP. Para março, verifica-se que há uma menor influencia dos setores do Pacífico comparado aos meses anteriores. Neste mês o NATLA possui uma maior influencia significativa que dos meses anteriores. E observa-se que grande parte da região Leste e algumas áreas localizadas a NW e SW do estado do Pará e quase todas as áreas de fronteira do estado do Amapá apresentam anomalias de PRP ocasionadas pelas relações simultâneas entre a TSM do Pacífico e Atlântico. No mês de abril, o cenário (FAV ou DESFAV) influencia grande parte do estado do Pará (exceto por grande parte do NW) e uma pequena área do Norte do estado do Amapá, com anomalias positivas ou negativas em seu regime pluviométrico. Para o mês de maio, o setor Niño 1+2 é o que menos influencia na precipitação regional, assim como o SATLA. Em termos de efeito combinado Pacífico+Atlântico, verifica-se que praticamente todo o estado do Pará (exceto por grande parte do NW) e uma pequena área do Norte do estado do Amapá são influenciados significativamente por anomalias de PRP. Comparado aos meses anteriores, maio é o que sofre maior influencia das anomalias de TSM dos Oceanos Pacífico e Atlântico apresentando áreas de significância em toda a região de enfatizada (Pará e Amapá). E observa-se que os setores do Niño 3 e o SATLA são os possuem maior influência significativa nas anomalias de precipitação, já os setores do Niño 4 e NATLA evidenciam o contrário.

CONCLUSÃO: Verifica-se que as seguintes áreas sofrem anomalias de PRP caracterizadas como Favorável ou Desfavorável: *Dezembro* - áreas ao Norte de 6°S; *Janeiro*-regiões a Oeste e uma pequena área do NE do Pará e quase todo o Amapá; *Fevereiro*-área a Leste e a NW do Pará e grande parte do Amapá; *Março* - grande parte da região Leste e algumas áreas a NW e SW do Pará e quase todas as áreas de fronteira do Amapá; *Abril* - grande parte do estado do Pará (exceto por grande parte do NW) e uma pequena área do Norte do Amapá; *Maio* - toda a região. Então, a partir daí, é necessário levar em consideração essas informações relevantes, sobre as características espaciais do regime chuvoso sobre o leste da Amazônia, no planejamento agrícola

a fim de se estar preparado para eventuais impactos na agricultura decorrentes de regimes extremos de PRP que podem afetar negativamente a produção.

AGRADECIMENTOS: FAPEAL – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

MARENGO, J.A.; LIEBMANN, B.; KOUSKY, V.; FILIZOLA, N.; WAINER, I. Onset and end of the rainy season in the Brazilian Amazon basin. *Journal of Climate*, v.14, p.833-852, 2001.

SOUZA, E. B., KAYANO, M.T.; TOTA, J.; PEZZI, L.; FISCH, G.; NOBRE, C. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. *Acta Amazonica*, v. 30, p. 305-318, 2000.

WEBBER, S. R., C. J. WILLMOTT. South American Precipitation Archive South American Precipitation: 1960-1990 Gridded Monthly Time Series (Version 1.02). University of Delaware internal Report.