

PKS

PUBLIC
KNOWLEDGE
PROJECT

**REVISTA DE GEOGRAFIA
(UFPE)**

www.ufpe.br/revistageografia

OJS

OPEN
JOURNAL
SYSTEMS

VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA DO BRASIL ASSOCIADA À OSCILAÇÃO DA PRESSÃO EM TAHITI

André Gonçalves dos Santos¹; Luis Carlos Baldicero Molion²

¹DEHA - Universidade Federal do Ceará-UFC. Email: andregs9@yahoo.com.br

²ICAT - Universidade Federal de Alagoas-UFAL.

Artigo recebido em 28/06/2013 e aceito em 22/08/2014

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a influência do oceano Pacífico Tropical sul na pluviometria do Brasil. Para esse propósito, foi utilizado um conjunto de dados de reanálise do NCEP/NCAR de pressão ao nível médio do mar e taxa de precipitação (TP), para um período que compreende duas fases da Oscilação Decadal do Pacífico (1948-1976 e 1977-1998). Foi construída uma série temporal do índice de pressão padronizado de Tahiti (IPPT), que foi correlacionado com a TP sobre o Brasil. O resultado mostrou valores de correlações entre o IPPT e a TP variando de 0,3 a 0,5, com nível de significância de até 99%, para o nordeste da Amazônia e o leste do Nordeste do Brasil. De maneira geral, o coeficiente de correlação apresentou valores mais elevados durante a fase fria da ODP. Observou-se também que o IPPT teve um melhor desempenho quando comparado ao IOS na fase fria. Correlações adiantadas de até 5 meses também foram feitas, e os resultados sugerem que o IPPT é um bom preditor da TP com até 5 meses de antecedência, particularmente sobre o nordeste da Amazônia.

Palavras-Chaves: Coeficiente de correlação; Oscilação Decadal do Pacífico; Índice de Pressão Padronizada de Tahiti.

VARIABILITY RAINFALL IN THE BRAZIL ASSOCIATED THE PRESSURE OSCILLATION IN TAHITI

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the influence of the Oceano Pacífico Tropical south on the Rainfall of the Brazil. For this purpose, we used a data of reanalysis NCEP / NCAR of pressure at mean sea level and precipitation rate (TP), for a period comprising two phases of the Pacific Decadal Oscillation (1948-1976 and 1977 - 1998). was built a time series of the pressure standardized index Tahiti (IPPT), which was correlated with the TP on Brazil. The result showed values of correlations between the IPPT and TP ranging from 0.3 to 0.5, with a significance level of up to 99%, to the northeast of the Amazon and east of Northeast Brazil. In general, the correlation coefficient showed higher values during the cold PDO phase. It was also observed that the IPPT had a better performance when compared to IOS in the cold phase. Correlations of up to 5 months earlier were also made, and the results suggest that the IPPT is a good predictor of TP up to 5 months in advance, particularly on the northeast Amazon.

Key words: Coefficient of correlation; Oscillation Pacific Decadal; Standardized pressure Index Tahiti.

INTRODUÇÃO

O oceano Pacífico é considerado o maior oceano do planeta, abrangendo uma área de 165.250.000 km² o que corresponde a aproximadamente 32,4% da área da superfície terrestre. Ele situa-se entre os continentes Americano, Oceania e Ásia. E por ocupar quase um terço da superfície da Terra, exerce forte influência sobre seu clima.

No Brasil, grande parte da variabilidade interanual do clima, principalmente das precipitações, são moduladas pelos efeitos dos fenômenos que ocorrem neste oceano, como: Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Os dois fenômenos são semelhantes, contudo, com origens e frequências diferentes. Mantua et al (1997) caracteriza a ODP como uma flutuação da temperatura da superfície do oceano Pacífico Tropical, com escala temporal média de 50 a 60 anos, apresentando duas fases, uma fase fria (FF) e outra fase quente (FQ) com duração de 20 a 30 anos cada fase. Seungo Molion (2008) e Molion et al (2013), as fases da ODP exerce uma forte influência na variação do clima global, demonstrada por sua relação entre a flutuação da temperatura médio do planeta e precipitação nas suas duas fases.

Já o ENOS apresenta uma menor frequência, sendo caracterizado por um aquecimento anormal das águas do Pacífico equatorial em suas áreas central e leste, até a costa oeste da América do Sul (ANDREOLI e KAYANO 2007). Esse aquecimento interage com o campo de pressão atmosférica e produz variações na circulação atmosférica, provocando alterações no tempo e no clima nas regiões brasileiras. O alcance do fenômeno ENOS na variabilidade da precipitação sobre o Brasil tem sido um tema de citação em vários estudos (ALVES et al, 1992; PRELA et al, 2006; DA SILVA et al, 2001, MINUZZI et al, 2006; BRITO et al, 2008).

Segundo demonstrados por alguns autores (KOUSKY E CAVALCANTE, 1984; STUDZINSKI, 1995; FONTANA E BERLATO, 1997; DIAZ et al, 1998; GRIMM ET AL, 2000; (REBELLO, 2006; SPERLING et al., 2009; CERA et at., 2009), A alteração no campo da pressão na região do Pacífico equatorial, tem influenciado na variabilidade da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul. Molion e Bernardo (2000), afirmam em seu trabalho que a variabilidade interanual da precipitação sobre o Nordeste do Brasil (NEB), em escalas espacial e temporal, está relacionada com as mudanças nas configurações da circulação atmosférica de grande escala a qual por sua vez está

relacionada à oscilação da pressão atmosférica no oceano Pacífico. Santos et al (2010), notou em seu estudo o quanto significativo a oscilação da pressão no Tahiti é para o clima do NEB, visto que interfere no desenvolvimento ou inibição das nebulosidades e consequentemente das precipitações sobre o NEB. Assim, verifica-se a importância no monitoramento da oscilação da pressão no Pacífico Tropical, como ferramenta de previsão de chuva no NEB. Um estudo desenvolvido por Molion e Bernardo (2002), mostrou que durante o aumento da pressão no Tahiti, os sistemas frontais penetram mais frequentemente até a região equatorial, provocando totais pluviométricos maiores na costa leste do NEB e invernos mais frios nos Sul e Sudeste.

A flutuação da Pressão ao Nível Médio do Mar (PNMM) que ocorre nos setores leste e oeste do Pacífico Tropical durante episódios ENOS, pode ser quantificada pelo Índice de Oscilação Sul (IOS), a qual é calculada com base nas diferenças das anomalias de pressão atmosférica normalizadas entre o Tahiti, na Polinésia e Darwin, na Austrália (FERNANDES e SPERLING, 2009; OLIVA, 2011). Deste modo, a PNMM torna-se uma das variáveis meteorológica dotada de grande importância no estudo da circulação atmosférica e consequentemente na oscilação dos índices pluviométricos do Brasil. A PNMM varia continuamente no espaço e no tempo, em decorrência do aquecimento diferencial, tanto latitudinal como entre continentes e oceanos, provocando deslocamentos horizontais e verticais de massas de ar, que redistribuem calor sensível e calor latente condicionando uma mudança nas circulações de grande escala, modulando dessa forma os totais pluviométricos, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país, como relatado por vários autores (ROPELEWSKI e HALPERT, 1987; DIAZ et al, 1998; SILVA 2001). Com isso, pensou-se em explorar neste trabalho, a série da PNMM padronizada da ilha de Tahiti, devido a sua localização no oceano Pacífico equatorial, região próximo ao *niño* 3.4, procurando estabelecer possíveis relacionamentos de sua variabilidade com a variação da taxa de precipitação (TP) no Brasil. A série também foi explorada no que se refere ao seu caráter preditivo, pois, as previsões são utilizadas em vários processos, variando de eventos de curtíssima duração, tais como *flash floods*, a previsões sazonais de precipitações. De uma forma geral, as previsões de precipitações se tornam úteis nas regularizações de vazões, na operação de reservatórios, na navegação fluvial, na irrigação, bem como no gerenciamento da quantidade de recursos hídricos. Também são fundamentais na emissão de alertas sobre a ocorrência de eventos extremos de cheias e inundações (PINTO, 2005).

A previsão é um dos grandes objetivos da meteorologia e pode ser definida como a estimativa em um tempo futuro específico, ou em um determinado intervalo de tempo. A predição é a estimativa das condições futuras sem referência a um intervalo de tempo (LETTENMAIER e WOOD, 1993).

As previsões são estimadas por um índice, que segundo Montibeller (2010), é definido como um valor agregado que resulta de cálculos envolvendo uma série de indicadores, representativos de diversas dimensões ou características de um fenômeno ou sistema, e servem como um instrumento para auxiliar em tomadas de decisões, monitoramento e acompanhamento da evolução de um fenômeno e instrumento de previsões.

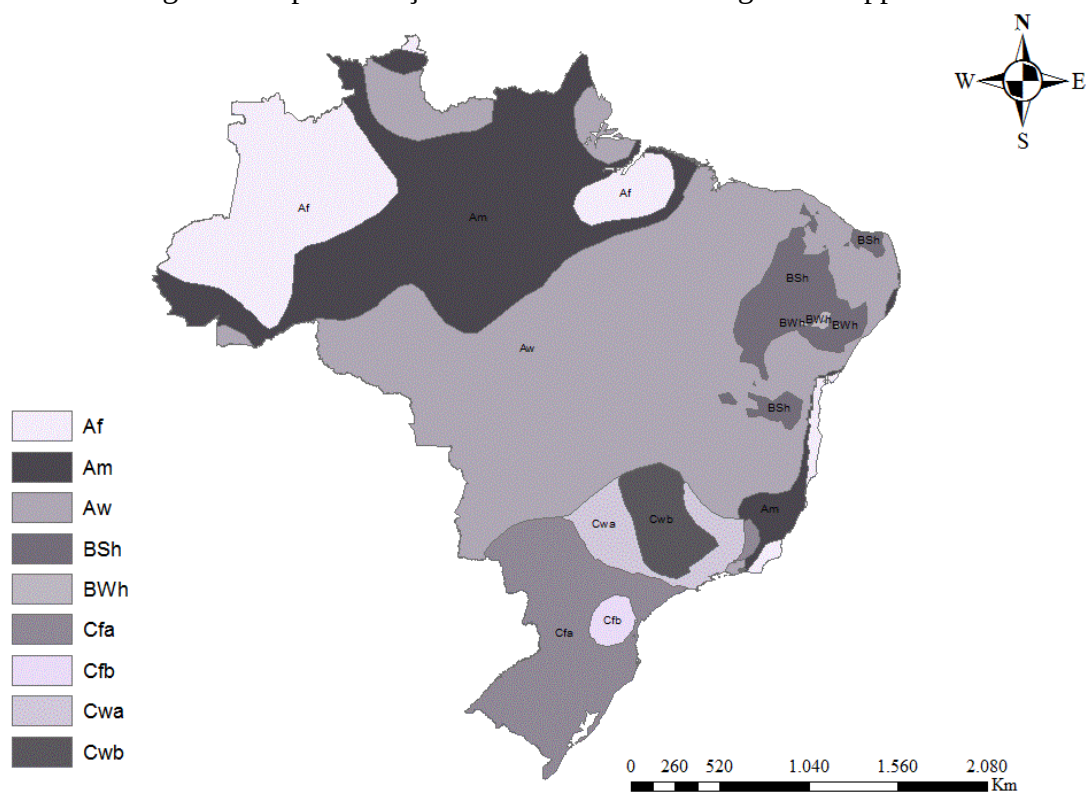
MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende todo território nacional Brasileiro, que está localizado entre os paralelos de 5°16' de latitude norte e 33°44' de latitude sul, e entre os meridianos de 34°47' e 73°59' de longitude oeste, com uma área total de 8.514.876 km².

Os principais climas do Brasil segundo Köppen (Figura 1) são: clima tropical húmido (Af), clima de monção (Am), clima tropical com estação seca de Inverno (Aw), clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude (BSh), clima das regiões desérticas quentes de baixa latitude e altitude (BWh), clima temperado húmido com Verão quente (Cfa), clima temperado húmido com Verão temperado (Cfb), clima temperado húmido com Inverno seco e Verão quente (Cwa) e clima temperado húmido com Inverno seco e Verão temperado (Cwb).

Para o estudo da variação da pressão no Tahiti e sua relação com a precipitação no Brasil, foi utilizado um conjunto de dados de reanálises disponível no ESRL/PSD/NOAA (Earth System Research Laboratory, Physical Science Division, National Oceanic Administration Atmospheric) de Pressão ao Nível Médio do Mar (PNMM) e Taxa de Precipitação (TP) em pontos de grade de 2,5° x 2,5°, de Abril a Julho (AMJJ) correspondente a quadra chuvosa do leste do Nordeste (NEB) para um período de 1950 a 1998, correspondente a duas fases da Oscilação Decadal do Pacífico, uma fria (1948 a 1976) e a outra quente (1977 a 1998). Os dados foram adquiridos no site do www.cdc.noaa.gov e são descritos com detalhes em KALNAY et al. (1996).

Figura 1: Espacialização do clima Brasileiro segundo Köppen.



Fonte dos dados: IBGE.

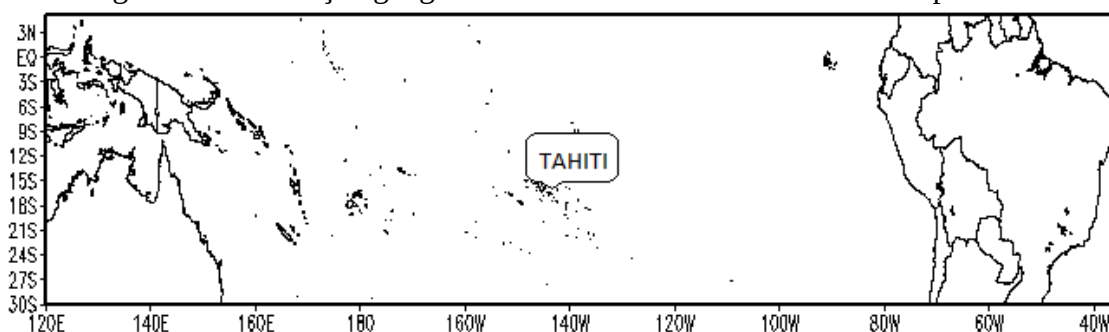
Base de Dados

Elaboração do Índice de Pressão Padronizada em Tahiti (IPPT)

Na elaboração do IPPT, foi utilizado dado de reanálises de pressão ao nível médio do Mar, de Janeiro a Dezembro para o período de 1948 a 2009, disponível no ESRL/PSD/NOAA, para o domínio geográfico de Tahiti a maior ilha da Polinésia Francesa, localizada na coordenada (lat: 17° 40' 0'' S e lon: 149° 27' 0'' W) que fica na região central do Pacífico Tropical Sul (Figura 2).

O software utilizado no cálculo estatístico na elaboração do IPPT foi à planilha calc do openoffice/broffice. Na elaboração dos campos, foi utilizado o software meteorológico Grid Analysis and Display System (GrADS) na correlação do índice IPPT com as variáveis em estudo. Após a criação do índice, utilizamos uma ferramenta interativa do site www.cdc.noaa.gov, para realização das correlações com a variável em questão.

Figura 2: Localização geográfica da ilha de Tahiti no Pacífico Tropical Sul.



Calculo Estatístico

Formulação matemática:

$$IPPT = \frac{X_{ij} - \bar{\mu}_j}{\sigma_j} \quad \text{Eq. (1)}$$

Na qual: O IPPT é a padronização dos dados, em que X_{ij} é o valor encontrado em um determinado ano (i) no mês (j).

$$\bar{\mu}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde $\bar{\mu}_j$ é o valor médio de um dado mês (j).

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x - \bar{\mu})^2}{n - 1}} \quad \text{Eq. (3)}$$

É σ_j é o desvio padrão médio para um dado mês (j), do período de estudo.

Coeficiente de Correlação de Pearson

Segundo Schultz e Schultz (1992) um dos métodos mais conhecido para medir a correlação entre duas variáveis é o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, estudado por Francis Galton e Karl Pearson em 1897. A hipótese básica para o emprego deste coeficiente é de que o relacionamento entre as duas variáveis sejam linear.

O coeficiente de Pearson é conhecido como correlação ordinária ou correlação linear. Ele é uma ferramenta simples e eficiente para estimar o grau de relacionamento entre duas variáveis quaisquer. Os valores da correlação estão limitados no intervalo de -1 e 1.

A formulação utilizada para calcular o coeficiente de correlação de Pearson é:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 * \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{Eq. (4)}$$

Para qual, “i” é o ano inicial, “n” o ano final.

$\bar{x}$ e $\bar{y}$ são as médias aritméticas das variáveis x_i e y_i .

A partir disso, se as duas variáveis correlacionadas apresentarem uma reta crescente (decrescente), a correlação é positiva (negativa), ao maior (menor) grau de associação, é atribuído o valor 1 (-1).

A correlação apenas dá uma noção do grau de relacionamento das variáveis, porém não implica uma relação de causa e efeito.

Foi utilizado um teste de hipótese que qualifica os valores das correlações e determina a significância estatística dos resultados encontrados, ou seja, o nível de significância dos coeficientes de correlação. Essa técnica determina o quão significativos são os resultados. A tabela 1 mostra os resultados do cálculo dos níveis de significância em relação aos valores das correlações e o grau de liberdade (nesse caso, os anos).

Tabela 1: Graus de liberdade e os níveis de significância dos coeficientes de correlação.

Graus de Liberdade	0,90	0,95	0,98	0,99	1,00
20	0,319	0,377	0,441	0,512	0,557
21	0,310	0,367	0,431	0,500	0,545
22	0,302	0,358	0,421	0,489	0,533
23	0,295	0,350	0,411	0,479	0,522
24	0,289	0,343	0,403	0,469	0,512
25	0,282	0,336	0,395	0,460	0,503
26	0,276	0,329	0,387	0,451	0,493
27	0,270	0,322	0,380	0,443	0,485
28	0,265	0,316	0,373	0,436	0,476
29	0,260	0,311	0,366	0,428	0,469
30	0,255	0,305	0,360	0,421	0,461
40	0,219	0,264	0,312	0,366	0,402

Fonte: ESRL/PSD/NOAS.

A tabela explica, por exemplo, que dado um grau de liberdade de 28 (correspondente aos anos da fase fria da ODP de 1948 a 1976) anos, os testes de nível de significância indicam

que, para um coeficiente de correlação com valor em módulo de 0,44, tem-se uma significância de 99% de chance que as variáveis realmente estejam correlacionadas. Ou seja, apenas 1% de chance que a hipótese nula se confirme, ou seja, que as variáveis não estejam relacionadas.

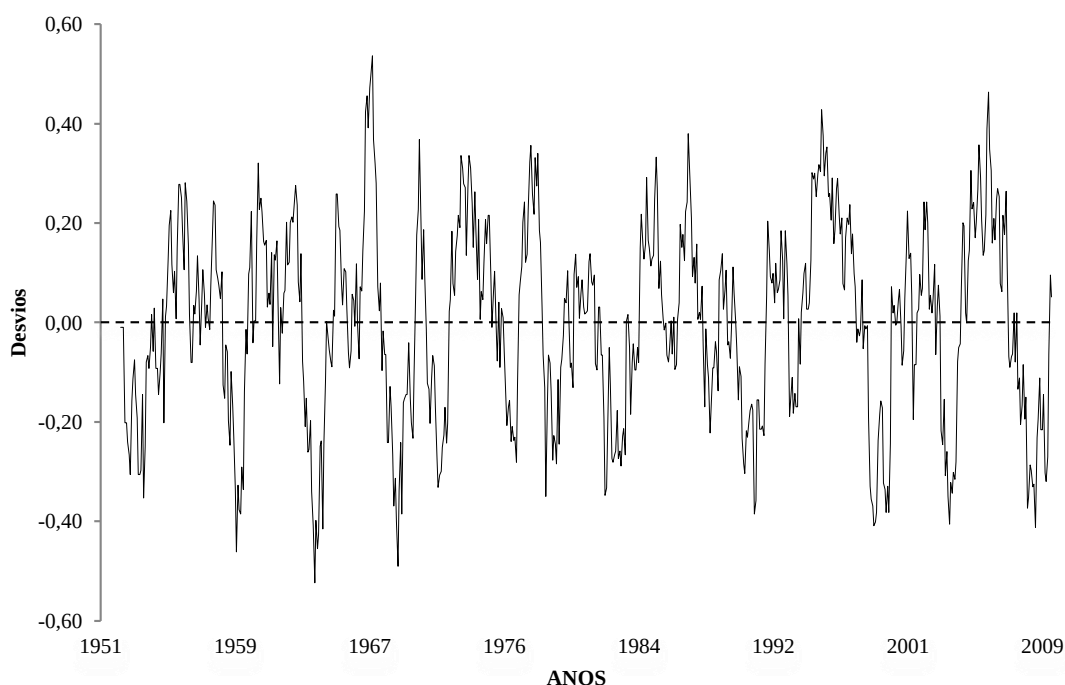
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise do Coeficiente de Correlação Espacial

Foi realizado um diagnóstico da taxa de precipitação na fase fria (1948 a 1976) e quente (1977 a 1998) da ODP sobre o território Brasileiro, correlacionando-a com o IPPT.

A Figura 3 é uma representação gráfica da série temporal do IPPT para um período de 59 anos, com uma média móvel de 11 meses, para filtrar o ciclo anual. Observa-se que essa série apresenta um padrão interanual de variação com uma similaridade ao Índice de Oscilação Sul. Em geral, os desvios positivos (negativos) estão associados a eventos La Niña (El Niño).

Figura 3: IPPT No período de 1951 a 2009, com média móvel de 11 meses.



A correlação do IPPT com a taxa de precipitação foi elaborada para o período AMJJ, nas fases fria (FF) (1948 a 1976) e quente (FQ) (1977 a 1998) da ODP e seus resultados são mostrados a seguir.

A análise da correlação espacial do IPPT com a taxa de precipitação no quadrimestre AMJJ na FF (Figura 4a) mostra uma grande faixa de coeficientes positivos, variando de 0,3 a 0,5 sobre o Norte e Nordeste, com núcleos superiores a 0,5 e nível de significância de 99% para o grau de liberdade 28 anos, correspondente a FF. Valores semelhantes de correlações inversas de radiação de ondas longas emergentes também foram encontradas nessa região, sugerindo um aumento de cobertura de nuvens convectivas (SANTOS, 2011).

Os valores de IPPT positivo indicam anos mais úmidos nessas áreas. Essa faixa de coeficientes positivos pode ser interpretada como sendo a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que teria elevado a pluviometria dessas regiões. Santos e Molion (2012) analisando a relação entre a variação da pressão em Tahiti e a componente zonal do vento no Brasil, constataram sua influência na intensidade dos ventos nas regiões próximas à costa norte do Nordeste e nos índices pluviométricos, a qual estão ligados ao posicionamento da ZCIT mais ao sul de sua posição média.

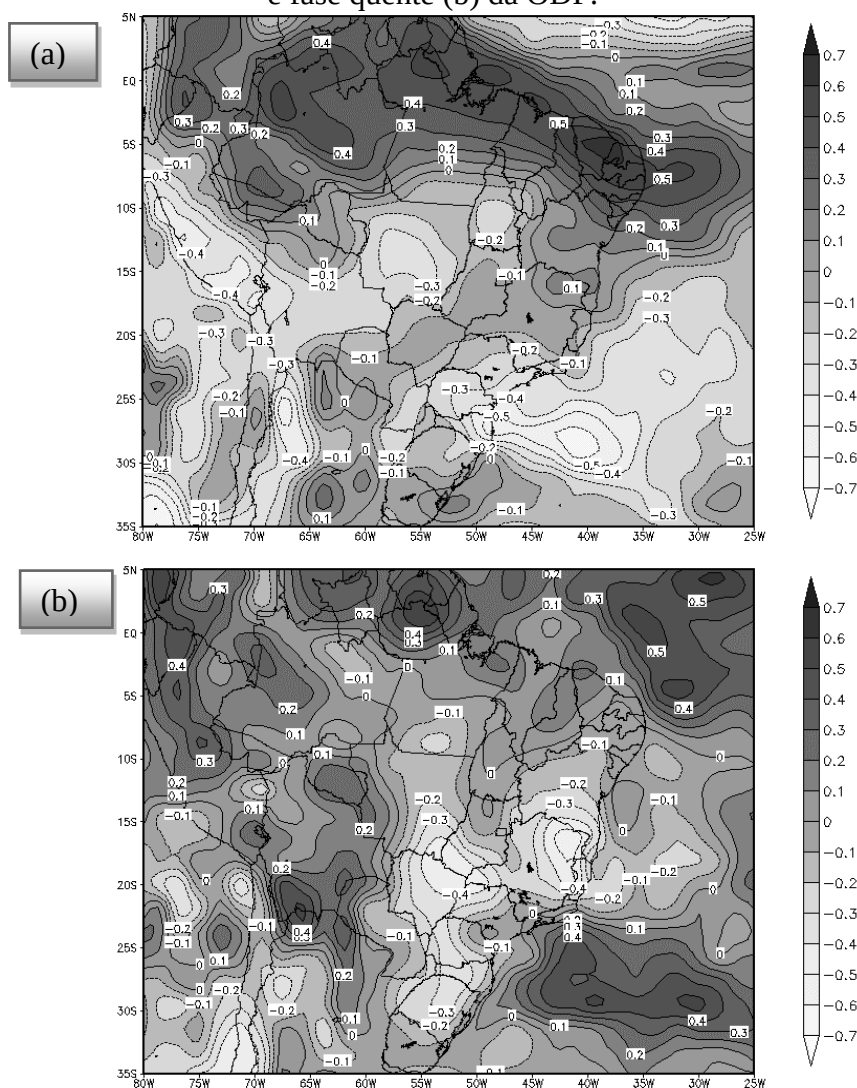
Já no setor leste do estado de Santa Catarina, observam-se um núcleo de coeficientes negativos, com valores variando entre -0,3 a -0,5 (95% a 99% de nível de significância), sugerindo que, com IPPT negativos, chova menos nessa área.

Na FQ (Figura 4b), as regiões Norte e leste do Nordeste não apresentaram coeficientes de correlação significativos, apenas núcleos isolados, com valores 0,3 a 0,4, que se apresentam em algumas áreas, como no noroeste do Estado do Pará. O resultado obtido indica que, na FF da ODP, existe aparentemente uma relação direta entre a PNMM no Tahiti, e a precipitação no extremo norte do Território Brasileiro, principalmente sobre os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Nessas condições, havendo um aumento (redução) da PNMM no Tahiti, possivelmente ocorrerão desvios positivos (negativos) na taxa de precipitação nessas áreas. Relação inversa foi observada particularmente no leste de Santa Catarina.

Comparação entre IPPT e o IOS com relação à TP

Na análise da correlação espacial da TP no quadrimestre AMJJ da FF da ODP, o coeficiente de correlação do IPPT apresenta valores positivos, maiores em módulo que os do IOS (Figura 5a e 5b) nas regiões Norte e no norte do Nordeste, enquanto, no Sudeste do país, os valores foram negativos e também maiores em módulo com o IPPT.

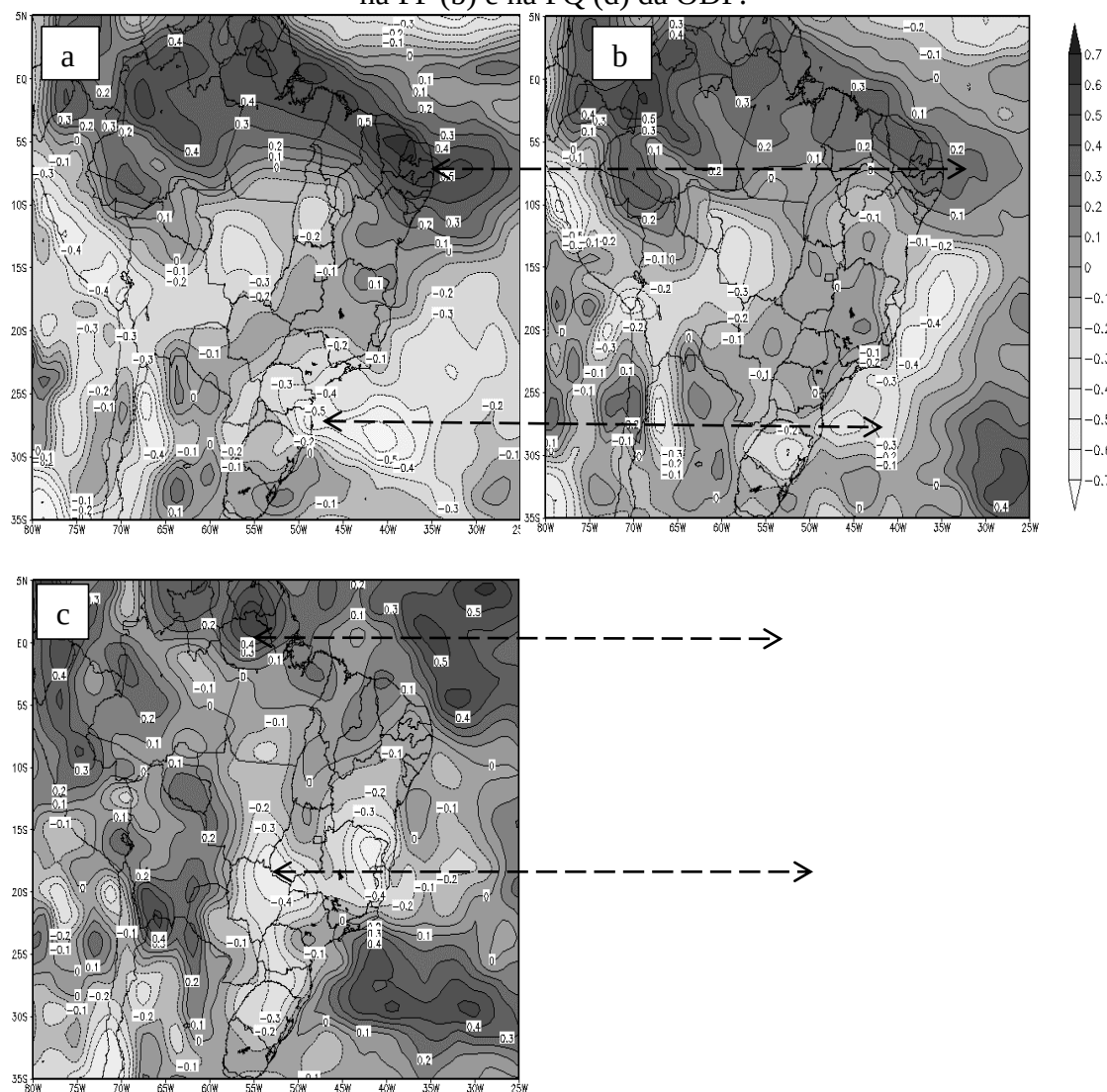
Figura 4: Coeficientes de Correlação da taxa de precipitação com o IPPT na fase fria (a) e fase quente (b) da ODP.



Já, na FQ, pode-se observar nas figuras 5c e 5d, uma faixa de valores positivos, posicionada sobre o norte do país, enquanto, no Sul e Sudeste, os valores dos coeficientes foram negativos, sendo os obtidos com o IOS maiores em módulo com núcleo posicionado mais a oeste. De modo geral, o IPPT mostrou valores de correlações maiores na análise da TP que o IOS na FF. É importante notar que, em ambas as fases da ODP os dois índices (IPPT e IOS), apresentaram coeficientes opostos entre o norte e sul-sudeste do país, ou seja, constata-se um “dipolo de precipitação”, tal que, quando é mais úmido no norte, o sul-sudeste encontra-se mais seco e vice-versa. Comparando-se as Figuras 5b e 5d, nota-se que a linha do zero dos coeficientes de correlação se posiciona mais ao sul na fase quente da ODP, o que indica um deslocamento da célula de Hadley-Walker mais ao sul. Isso sugere que os eventos El Niño e La Niña seja mais intensos e mais abrangentes

especialmente na fase quente da ODP, ou seja, eventos secos (úmidos) mais severos com El Niño (La Niña) para o Nordeste Brasileiro.

Figura 5: Coeficientes de correlação espacial do IPPT com a taxa de precipitação na FF (a) e na FQ (c) e coeficientes de correlação espacial do IOS com a taxa de precipitação na FF (b) e na FQ (d) da ODP.



Análise da Correlação do IPPT Adiantado

Com o intuito de estimar, ou antever, as condições atmosféricas, foram elaboradas correlações entre o IPPT, adiantado de até cinco (5) meses e a taxa de precipitação para a área de estudo. Foram feitos testes com “lags” inferiores e superiores, porém decidiu-se apresentar apenas os resultados de cinco meses por proporcionar tempo de antecedência mais adequado para atividades humanas, como agricultura e gerenciamento de recursos hídricos.

Na análise da TP para o IPPT adiantado em cinco meses com relação ao quadrimestre chuvoso, os valores dos coeficientes de correlação foram maiores, em módulo, para a FQ (Figura 6b) quando comparados com a FF (Figura 6a) da ODP.

Coeficientes maiores indicam grau de associação maior entre as variáveis e com maior nível de significância. Na FF, uma faixa de coeficientes positivos, de até 0,3 (nível de significância 95%), cobriu todo o norte do Brasil, sugerindo que eventos La Niña produzam mais chuva na região. Áreas do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, particularmente a oeste, apresenta sinais opostos, condizentes com o encontrado na Literatura. Na FQ, os coeficientes foram positivos em todo Brasil tropical com exceção do leste da Amazônia, que apresentou sinal contrário, embora com nível de significância baixo. É possível, pois, que eventos El Niño e La Niñas tenham tido impactos opostos nessa área. Ou seja, anos de La Niñas produzem anos chuvosos no oeste da Amazônia e NEB, enquanto relativamente mais secos no leste da Amazônia. Nos Estados do Sul, os sinais foram o mesmo para as duas fases, porém coeficientes com nível de significância superior a 90%, os maiores grau de associação, só foram notados no Rio Grande do Sul variando espacialmente de oeste na FF, para leste na FQ. De qualquer forma, é aparente que o clima da amazônia não pode ser tratado de maneira uniforme, com relação aos eventos de escala planetária.

CONCLUSÕES

Neste estudo, procurou-se avaliar a correlação entre a variação da pressão na Ilha de Tahiti, localizada no Pacífico Tropical Sul, e a variabilidade pluviométrica no Brasil. E com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

A correlação feita entre o IPPT e a taxa de precipitação foi significativa em variadas regiões do Brasil, como Norte, leste do Nordeste e Sudeste, indicando níveis de significância estatística de até 99% na FF da ODP.

Constatou-se Também valores de coeficientes negativos (0,4), indicando uma correlação inversa, no leste do estado de São Paulo, Paraná e Santa Catarina na FF.

Concluí-se também na análise, que aparentemente o coeficiente de correlações entre o IPPT e TP foram melhores que o IOS em grande parte do leste do Nordeste e no extremo norte do Brasil, se adequando como uma ferramenta alternativa de previsão desta variável e apresentando valores mais expressivos na fase quente da ODP.

O IPPT avançado mostrou valores de correlações diretas, acima de 0,4 chegando a atingir um nível de significância estatística de até 98% no estado de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Significando que, quando houver um aumento (redução) de pressão no Tahiti e esta variação persistir em cinco meses posteriormente a análise, o índice mostrará que haverá um aumento (redução) nos totais pluviométricos no Brasil, principalmente no leste do Nordeste.

Na FQ da ODP a taxa de precipitação está altamente correlacionada no leste do Nordeste do que na FF, indicando um prognóstico climático menos difícil, o que levará a erros menores. Já levando em consideração que estamos em uma nova FF, conclui-se que os prognósticos climáticos de precipitação no leste do Nordeste poderá apresentar erros maiores que os prognósticos da FQ anterior.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. M. M.; REPELLI, C. A. A Variabilidade Pluviométrica no Setor Norte do Nordeste e os Eventos El Niño-Oscilação Sul (ENOS). *Revista Brasileira de Meteorologia*. Vol. 7(2), p. 583-592. 1992.
- ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. A Importância Relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na Variabilidade de Precipitação do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*. Vol. 22, n. 1, p. 63-74, 2007.
- BRITTO, N. P; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M. Variabilidade Espacial e Temporal da Precipitação Pluvial no Rio Grande do Sul: Influência do Fenômeno El Niño Oscilação Sul. *Revista Brasileira de Climatologia*. v. 3. 2008.
- CERA J. C.; FERRAZ S. E. T.; BENDER F. D.; Influência da Oscilação Decadal do Pacífico e as mudanças no regime de chuva do Rio Grande do Sul. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE MICROMETEOROLOGIA, 6. p.317-320. Santa Maria, 2009. Anais... Santa Maria, 2009.
- DA SILVA, D.F.; MOLION, L.C.B.; LEMES, M.A.M., Variabilidade espacial das chuvas na Bacia do Rio São Francisco, II Encontro nordestino de Biogeografia, 10 a 13 de Outubro de 2001, Maceió-Al.
- DIAZ A. F.; STUDZINSKI, C. D.; MECHOSO, C. R. Relationships between precipitation anomalies in Uruguay and Southern Brazil and sea surface temperature in the Pacific and Atlantic oceans. *J. Climate*, v. 11, n. 2, p. 251-171, 1998.
- FONTANA, D. S.; BERLATO, A. M. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Santa Maria, v. 5, n. 1. p. 127-132, 1997.

FERNANDES, V. R.; SPERLING, V. Relação Entre o Índice Oscilação Sul e a Precipitação no Rio Grande do Sul. In: XVII Congresso de Iniciação Científica, 2009, Pelotas. XVIII Congresso de Iniciação Científica, 2009.

GRIMM, A. M.; BARROS, V. R.; Doyle, M. E. Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate*, v.13, n.1, p. 35-58, 2000.

KALNAY, E.; KANAMITSU, M.; KISTLER, R.; COLLINS, W.; DEAVEN, D.; GANDIN, L.; IREDELL, M.; SAHA, S.; WHITE, G.; WOOLEN, J.; ZHU, Y.; CHELLIAH, M.; EBISUZAKI, W.; HIGGINS, W.; JANOWIAK, J.; MO, K. C.; ROPELEWSKI, C.; WANG, J.; RENYNOLDS, R.; JENNE, R.; JOSEPH, D.; The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 77, n.3, p. 437-471, 1996.

KOUSKY, V., E CAVALCANTI, I. F. A. Eventos Oscilação Sul - El Niño: Características, evolução e anomalias de precipitação. 1984, Ciência e Cultura, Vol. 36, n. 11, p. 1888-1899.

LETTENMAIER, D. P.; WOOD, E. Hydrologic forecasting. In: MAIDMENT, D. R. *Handbook of hydrology*. New York: McGraw Hill, Cap. 26, p. 26.1 – 26.30, 1993.

LUIZ CARLOS B, MOLION, AND LUCIO PAULO SÉRGIO. A Note on Pacific Decadal Oscillation, El Niño Southern Oscillation, Atlantic Multidecadal Oscillation and the Intertropical Front in Sahel, Africa. *Atmospheric and Climate Sciences*. v. 3, 2013, 269-274.

MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG Y; WALLACE J.; FRANCIS, R.C. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Boston, v. 78, p. 1069-1079. 1997.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, J.M.N; VIANELLO, R.L.; Influência do fenômeno climático El Niño no período chuvoso da região sudeste do Brasil, *Geografia* - v. 15, n. 2, jul./dez. 2006.

MOLION L.C.B.; BERNARDO, S. O. Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. In: XI congresso Brasileiro de Meteorologia, 2000, Rio de Janeiro. *Anais do XI CBMET*. Rio de Janeiro, RJ: SBMET, 2000.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global: uma visão crítica. *Revistas Brasileira de Climatologia*. v. 3. 2008.

MOLION. L. C. B. E BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 17, 1, 1-10, 2002.

MONTIBELLER F G . Indicadores e Equidade Social: propriedades dos indicadores de sustentabilidade e ausência do princípio de Justiça Social em estudos sobre Mudança Climática. MONTIBELLER INTERthesis (Florianópolis), v. 07, p. 199-221, 2010.

OLIVA, F. G. *Relações Entre o Índice de Oscilação Antártica e as Vazões na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai Região Sul do Brasil*. 2011. 83 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

PINTO, E. A. *Estudo de indicadores climáticos para a previsão de longo termo de vazões na bacia do alto são Francisco*. 2005. 270 f. Tese (Doutorado em Engenharia – Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2005.

REBELLO E. R. G. A oscilação decadal do pacífico e sua possível influência no regime de precipitação do rio grande do sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14, Florianópolis, 2006. Anais... Florianópolis, 2006.

ROPELEWSKI, C. F.; HALPERT, M. S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/ Southern Oscillations. *Mon. Weather Rev.*, v. 115, n. 8, p. 1606-1626, 1987.

PRELA, A.; GARCIA, B. I. L., PEREIRA, A. R., Variação de Graus-dia em Piracicaba

(sp), em anos de El niño e La niña. *Bragantia*, Campinas, v.65, n.3, p.527-532, 2006.

SANTOS, A. G. Análise da Variação da Pressão Em Tahiti e Sua Relação Com a Radiação de Ondas Longas Emergentes Sobre o Brasil. *Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia*, v. 9.2, 2011, 89-98.

SANTOS, A. G.; L. C. B. Molion. Oscilação da Pressão em Tahiti E Sua Relação Com a Variação do Vento Zonal No Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*. v. 11, 2012.

SANTOS, E. P. ; FILHO, I.M.C. ; BRITO, J.I.B. . Influência do Índice de Oscilação Sul (IOS) e Anomalis do Niños sobre a chuva do Nordeste Brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010, Belém - PA. XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010.

SCHULTZ, Duane P.; SCHULTZ, Sydney Ellen. *História da psicologia moderna*. 16. ed. São Paulo: Cultrix, 1992. 439 p.

SILVA, I. R. *Variabilidade sazonal e interanual das precipitações na região Sul do Brasil associadas às temperaturas dos oceanos Atlântico e Pacífico*. 2001. 90 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2001.

SPERLING, V.; FERNANDES, V.; MARQUES, J. R.; Relação entre a oscilação decadal do pacífico (ODP) e a precipitação de verão no rio grande do sul. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18, ENPOS, 9 E mostra científica,1 – UFPel, 2009. Anais... Pelotas-RS, 2009.

STUDZINSKI, C.D. *Um estudo da precipitação na região Sul do Brasil e sua relação com os oceanos Pacífico e Atlântico Tropical e Sul*. 1995. Dissertação (Mestrado) - INPE, São José dos Campos, São Paulo, 1995. 99 pp.