



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## RELAÇÕES ENTRE EVENTOS DE PRECIPITAÇÃO NORMAL E INTENSA COM AS ANOMALIAS DE TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR

Kellen Carla Lima<sup>1</sup>; José Guilherme Martins dos Santos<sup>2</sup>

---

### RESUMO

Eventos de precipitação normal estiveram associados, em todo o domínio de estudo, com anomalias negativas de temperatura da superfície do mar (TSM) nas situações de Sistemas Frontais, sendo que próximo ao litoral do sudeste do Brasil (SEB) estas anomalias foram da ordem de  $-0,3^{\circ}\text{C}$  nos três dias analisados. Contudo, nas situações de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) os eventos de precipitação normal apresentaram anomalias negativas menos intensas, isto é, da ordem de  $-0,1^{\circ}\text{C}$  no litoral do SEB e anomalias positivas estiveram presentes em toda a extensão do litoral Argentino, Uruguai, nos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná. Por outro lado, os eventos de precipitação intensa em casos de ZCAS mostraram um enfraquecimento das anomalias do decorrer dos dias sobre o litoral do SEB, enquanto que ao sul de  $30^{\circ}\text{S}$  estas anomalias se intensificaram com o passar dos dias. As correlações confirmaram o que foi visto nas análises de anomalias da composição, quando as anomalias negativas de TSM sobre o Atlântico Sul Subtropical e anomalias positivas sobre o Atlântico Sul Extratropical parecem estar associadas ao aumento da precipitação sobre o SEB.

**Palavras-chave:** precipitação; anomalias; temperatura; superfície do mar; zona de convergência do atlântico sul; sudeste do Brasil.

### ABSTRACT

Normal rainfall events were associated, in the entire field of study, with sea surface temperature (SST) negative anomalies in situations of Front Cold, being that near the coast of southeastern Brazil (SEB), these anomalies were of the order of  $-0.3^{\circ}\text{C}$  in three days analyzed. However, in situations of South Atlantic Convergence Zone (SACZ) the normal rainfall events showed negative anomalies less intense, i.e. the order of  $-0.1^{\circ}\text{C}$  on the coast of SEB, and positive anomalies were present in the entire extension of the coast of Argentina, Uruguay, the states of Rio Grande do Sul and Paraná. On the other hand, the heavy rainfall events in situations of SACZ showed a weakening of the anomalies during the days over SEB cost, whereas south of  $30^{\circ}\text{S}$  these anomalies intensified with each passing day. Correlations confirmed what was seen in the analysis of anomalies composition, while the SST negative anomalies over the Subtropical South Atlantic and positive anomalies over the South Atlantic Extratropical appear to be associated with increased rainfall over the SEB.

**Key-words:** normal and heavy rainfall events; sea surface temperature; south atlantic convergence zone; southeast Brazil.

---

Trabalho recebido em 29/09/2010 e aceito para publicação em 11/03/2011.

---

<sup>1</sup> Doutora em Meteorologia. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Av. dos Astronautas, 1758 - Jd. da Granja - CEP 12227-010. São José dos Campos/SP. E-mail: kellen.lima@cptec.inpe.br

<sup>2</sup> Doutorando do curso Ciência do Sistema Terrestre / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. E-mail: guilherme.martins@inpe.br

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos mais complexos e intrincados sistemas do mundo é dos oceanos. Eles exercem um papel fundamental na atmosfera e, conseqüentemente, no clima do planeta terra. O sistema climático terrestre envolve complexos processos que acoplam oceano e atmosfera por meio das interações na interface das camadas limite oceânica e atmosférica, onde se processam as trocas de momentum e energia. O oceano supre a atmosfera com vapor d'água e energia que influenciam o ciclo hidrológico e a energética da atmosfera, a qual, por sua vez, fornece água para os oceanos em forma de rios, chuvas, etc. A Temperatura da Superfície do Mar (TSM) exerce um papel importantíssimo nesse complexo mecanismo de interações, pois a diferença entre a TSM e a temperatura do ar determina fluxo de calor entre a atmosfera e o oceano. Pequenas variações de TSM podem acarretar grandes variações nos fluxos da interface ar-mar, além de provocar impactos significativos no escoamento atmosférico, conseqüentemente, nos sistemas meteorológicos (MOURA & SHUKLA, 1981).

Recentemente, o papel do oceano Atlântico Subtropical no tempo e clima da América do Sul (AS) começou a ser

investigado. Os mecanismos físicos pelos quais esse oceano pode impactar no tempo e no clima desta região ainda não são bem compreendidos, como aqueles das regiões oceânicas tropicais. O papel das anomalias de TSM na circulação atmosférica climática sobre a AS e seus efeitos no nordeste do Brasil tem sido extensivamente discutido por Moura & Shukla (1981), Nobre e Shukla (1996), Pezzi & Cavalcanti (2001), dentre outros. Por outro lado, poucos estudos têm tentado avaliar a importância do oceano Atlântico Subtropical para as perturbações associadas aos Eventos de Precipitação Intensa (EPIs) que ocorrem no verão sobre o Sudeste do Brasil (SEB). Sendo assim, a influência das anomalias de TSM do Atlântico Subtropical sobre o tempo e o clima da AS permanece uma questão em aberto.

Ainda há muita controvérsia nos estudos que abordam as relações entre as anomalias de TSM do Atlântico Subtropical e as chuvas que ocorrem no SEB, principalmente, quando estão associadas com Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Alguns estudos mostram que as anomalias de TSM sobre o Atlântico Subtropical exercem influência no padrão da precipitação sobre o SEB. Lenters & Cook (1995) mostraram que a continentalidade, topografia e TSM são os fatores mais importantes na formação e

estrutura do campo de precipitação sobre a AS. Cardoso e Silva Dias (2001) observaram relações significativas entre as anomalias de TSM do Atlântico Subtropical e EPIs sobre regiões homogêneas do sul e sudeste do Brasil. Por outro lado, estudos com modelos atmosféricos mostraram que a ZCAS é intensificada ou posicionada sobre águas mais quentes quando estas são usadas como condição de contorno para forçar estes experimentos. Outros estudos sugerem a existência de águas mais frias posicionadas logo abaixo da ZCAS (ROBERTSON & MECHOSO, 2000). Uma possível explicação, segundo Chaves & Nobre (2004), é que a água fria seria uma consequência, e não a causa do aumento da nebulosidade, em razão da presença das ZCAS, o que atenuaria a chegada de radiação solar à superfície do mar.

Um melhor entendimento dos processos de interação oceano-atmosfera nessa região refletirá num aperfeiçoamento das previsões no SEB. Assim, esta pesquisa visa compreender os efeitos das anomalias de TSM do Atlântico Sudoeste na ocorrência de eventos de precipitação normal (EPN) e intensa (EPI) em situações de Sistemas Frontais (SF) e Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) ocorridos no SEB.

A organização do artigo encontra-se da seguinte maneira. Na seção 2 são apresentados os dados de anomalias de TSM e precipitação, assim como a metodologia empregada para fazer a correlação destas duas variáveis. Em seguida, na seção 3 os resultados são analisados e discutidos. E, finalmente na seção 4 as considerações finais são apresentadas.

## 2. DADOS E METODOLOGIA

### 2.1 Dados

A versão 2.0 de alta resolução dos dados de anomalias de TSM é computada diariamente numa grade espacial de  $0,25^\circ$ latitude $\times$  $0,25^\circ$ longitude usando a interpolação ótima. Aqui, são utilizados dados para o período de 1981 a 2005. Estes dados estão disponíveis no seguinte endereço eletrônico: <ftp://eclipse.ncdc.noaa.gov/pub/OI-daily-v2/NetCDF/>. Este produto utiliza dados de satélite no infravermelho do *Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)* e dados *in situ* de navios e bóias. Uma descrição completa dos procedimentos realizados com relação à análise dos dados pode ser encontrada em Reynolds *et al.* (2007) ou no seguinte endereço eletrônico: <ftp://eclipse.ncdc.noaa.gov/pub/OI-daily-v2/daily-sst.pdf>. Os dados diários de precipitação observada sobre o Brasil com

resolução horizontal de  $1^\circ\text{latitude}\times 1^\circ\text{longitude}$  são oriundos do *Climate Prediction Center (CPC)*, podendo ser encontrados em <ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/wd52ws/SA/historical/>, os quais estão disponíveis desde 1978 a 2007 (SILVA, 2007). Neste caso, esses dados têm seu uso preferível aos da ANA, porque se trata da junção de várias fontes de dados. Portanto, além dos dados da ANA, tem-se: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos

Hídricos (FUNCEME), Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) e Instituto Tecnológico do Paraná (SIMEPAR).

Os EPNs e EPIs selecionados em situações de SF e ZCAS por Lima et al. (2010) referem-se apenas ao período de 1981-2005 (dados disponíveis apenas a partir de 1981) são usados. Deste modo, os eventos apresentados na Tabela 1 serão correlacionados com anomalias de TSM.

**Tabela 1:** Quantidade de EPN e EPI causados por SF e ZCAS.

Sistemas Atmosféricos	EPN	EPI
SF	763	59
ZCAS	587	55

## 2.2 Análise do Coeficiente de Correlação de Ordem de Spearman

Uma correlação espacial entre a precipitação sobre SEB ( $26^\circ\text{S}-14^\circ\text{S}$  e  $54^\circ\text{W}-38^\circ\text{W}$ ) e as anomalias de TSM no oceano Atlântico Sul ( $65^\circ\text{S}-10^\circ\text{N}$  e  $80^\circ\text{W}-10^\circ\text{E}$ ) é realizada. Para tal, obteve-se uma média da precipitação associada aos eventos na área que engloba o SEB, isto é, trata-se de uma média aritmética simples de todos os valores de chuvas correspondente aos EPIs ocorridos no SEB. Com isso, tem-se uma série de precipitações médias,  $\text{EPI}_m(i)$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, I$ , onde  $i$  é o número do evento de EPI.

Em cada ponto de grade do Atlântico Sul a anomalia de TSM é  $\text{ATSM}(i, j)$ , onde  $i$  refere-se ao evento de EPI e  $j$  ao ponto de grade. Depois se realiza a correlação entre as séries  $\text{PEPI}_m(i)$  e  $\text{ATSM}(i, j)$ , para cada ponto de grade  $j$ . Esta análise produz valores de coeficiente de correlação em todos os pontos de grade do Atlântico Sul entre anomalias de TSM do ponto e a chuva sobre o Sudeste. A distribuição desta correlação espacial possibilita a identificação das regiões onde a anomalias de TSM está correlacionada com a chuva sobre SEB. Do mesmo modo,

as chuvas médias nos EPNs também são correlacionadas com as anomalias de TSM.

O coeficiente de correlação de Pearson entre duas variáveis “x” e “y” é

$$r_{xy} = \frac{\text{Cov}(x, y)}{S_x \cdot S_y} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})]}{\left[ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} \cdot \left[ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}} \quad (1)$$

Todavia, quando duas séries temporais são comparadas através do coeficiente de correlação de Pearson a relação entre eles pode ser subestimada se esta não tiver um comportamento estritamente linear. Uma alternativa robusta e resistente ao coeficiente de correlação de Pearson é a correlação de ordem de Spearman (*Sperman rank correlation - R<sub>C</sub>*), que consiste em calcular o coeficiente de correlação de Pearson dos índices das séries temporais ordenadas ao invés de calculá-lo para as séries em si. Isto é, sejam duas séries de “n” elementos, o menor valor das séries recebe o índice

dividida pelo produto do desvio padrão “S” de cada série, como se vê na Equação 5.1.

“1” e o maior elemento das séries recebe o índice “n”. Assim, é gerada uma nova série temporal, onde os elementos dessa nova série representam a posição relativa de cada elemento da série original. Este coeficiente de correlação é mais adequado que o coeficiente de correlação de Pearson porque não é sensível a valores extremos. Todavia, trata-se simplesmente do cálculo do coeficiente de Pearson, mas usando as ordens (*ranks*) dos dados. A correlação então é calculada entre estas séries de índices (WILKS, 1995), dada pela Equação 5.2, tal que:

$$R_C = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot t_i - (\sum_{i=1}^n S_i) (\sum_{i=1}^n t_i)}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n S_i^2 - (\sum_{i=1}^n S_i)^2}{n}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2}{n}}} \quad (2)$$

Onde: *n* é o número de elementos das séries temporais e “*S<sub>i</sub>*” é a posição do elemento “*x<sub>i</sub>*” e “*t<sub>i</sub>*” é a posição do elemento “*y<sub>i</sub>*”. É importante lembrar que se mais de um elemento de qualquer uma das

séries temporais apresentarem o mesmo valor, o índice associado a cada um destes elementos deve ser a média entre as suas respectivas posições na série ordenada.

Os resultados do coeficiente de correlação de ordem de Spearman podem variar entre  $-1$  e  $+1$ , de modo que, se o valor do *rank* é  $-1$ , há uma perfeita correlação negativa. Se o valor variar entre  $-1$  e  $-0,5$ , há uma forte correlação negativa. Com variação entre  $-0,5$  e  $0$ , há uma fraca correlação negativa. Se o valor for  $0$ , então não há correlação. O mesmo raciocínio é aplicado para os valores positivos. A significância estatística da  $R_C$  é obtida através da tabela de probabilidades criada por Zar (1972).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os campos das composições de anomalias de TSM dos EPNs e EPIs para as situações de SF. Nesta, pode-se observar uma clara distinção entre os EPNs e EPIs. Enquanto, nos três dias, os EPNs são dominados por anomalias negativas praticamente em todo o Oceano Atlântico Sul, os EPIs apenas apresentam anomalias negativas entre o Equador e  $25^{\circ}\text{S}$ , aproximadamente. Por outro lado, anomalias positivas são visíveis, principalmente, desde a região de Confluência Brasil Malvinas até o litoral sul da Argentina, contudo sem significância estatística. Antes e durante os EPNs associados à SF as anomalias de TSM são da ordem de  $-0,3^{\circ}\text{C}$  numa faixa larga estendendo-se da costa Argentina e sul brasileira até  $10^{\circ}\text{E}$  próximo a África.

Nos casos de EPIs a faixa de anomalias negativas se estreita e se estende desde a costa sul brasileira para o nordeste do Atlântico Sul. Sugere-se que o transporte de águas quentes pela ação da Alta Subtropical do Atlântico Sul é reduzida antes e durante a ocorrência dos episódios de chuvas no SEB.

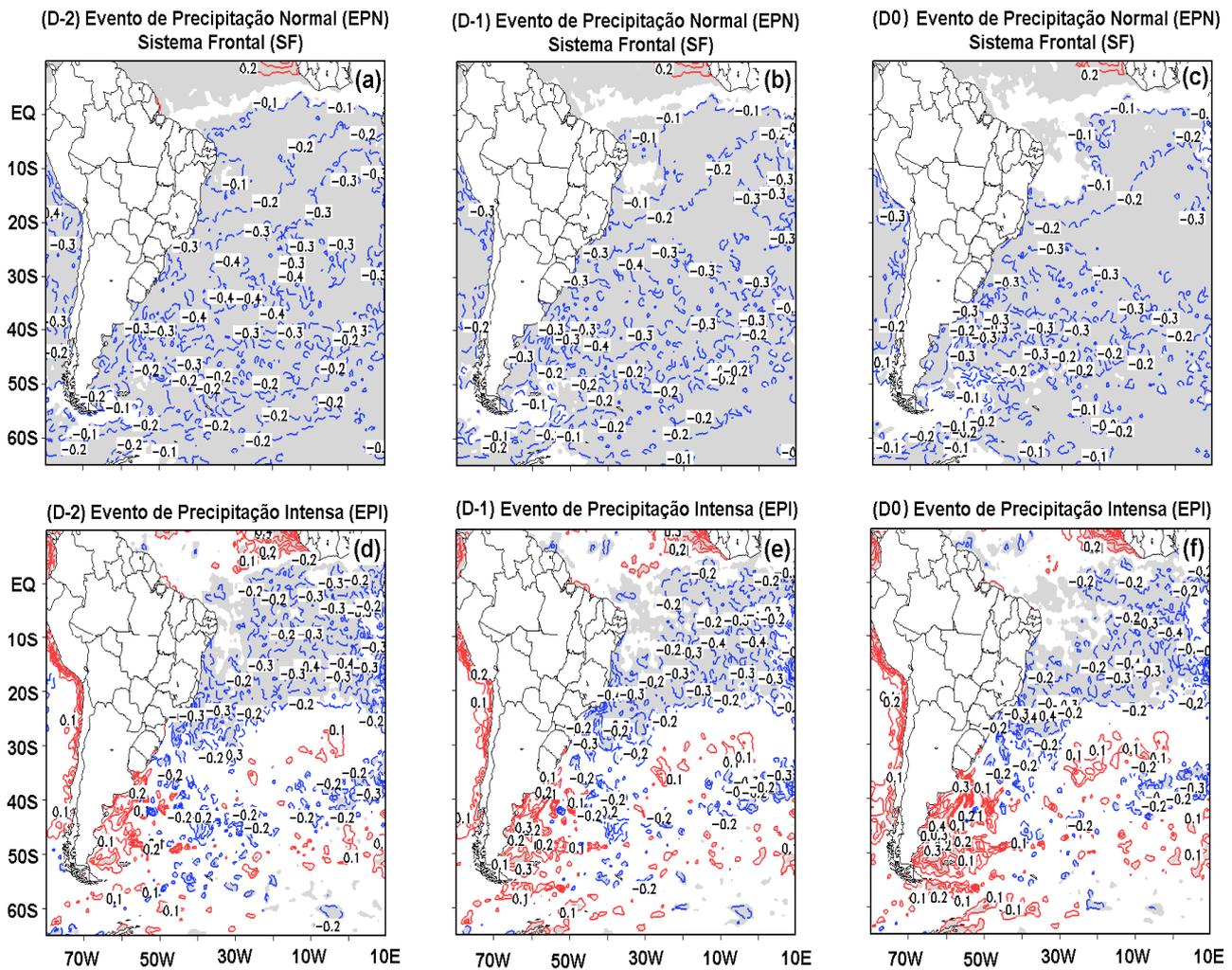
As anomalias em situações de ZCAS são mostradas na Figura 2. Pode-se notar que as anomalias são fracas, da ordem de  $-0,1^{\circ}$  a  $-0,2^{\circ}\text{C}$  nos casos de EPNs. No decorrer dos dois dias precedentes ao evento as anomalias negativas ao norte de  $20^{\circ}\text{S}$  adjacente ao Nordeste não são mais existentes. Todavia, nos EPIs para eventos de ZCAS as anomalias negativas são mais expressivas, principalmente, próximo ao litoral do SEB. É importante notar que as anomalias associadas aos eventos de EPIs nas situações de ZCAS são negativas nos Subtrópicos do Atlântico Sul. Isto ocorre porque a nebulosidade associada à ZCAS reduz a radiação incidente e, conseqüentemente, as temperaturas do mar. Uma observação importante é que nos EPIs em ambas as situações (SF e ZCAS) as anomalias são negativas em grande parte do oceano Atlântico Sul ao norte de  $40^{\circ}\text{S}$ . Isso aumenta o contraste térmico continente-oceano que propicia convecção intensa, principalmente nas regiões litorâneas. Carvalho et al. (2004)

mostraram que a intensidade da ZCAS pode ser considerada independente de sua extensão sobre o oceano, isto é, pode-se observar intensa e persistente atividade convectiva sobre o continente, sem necessariamente haver uma correspondente alta atividade convectiva sobre o oceano. O oposto também ocorre, ou seja, intensa atividade convectiva sobre o oceano pode ocorrer independentemente do que é observado no interior do continente.

As correlações entre a precipitação sobre SEB e as anomalias de TSM para os EPNs e EPIs nas situações de SF são apresentadas na Figura 5.3, painéis a e b, respectivamente. Os painéis c e d da mesma figura apresentam as correlações correspondentes às situações de ZCAS. De uma maneira geral, as correlações são muito fracas nos casos de EPNs, da ordem de 5%, e nos casos de EPIs as correlações aumentam em magnitude para 10% ou até 30%, o que indica que os casos de EPIs estão melhores relacionados com anomalias de TSM no Atlântico Sul e Equatorial. As anomalias de TSM positivas

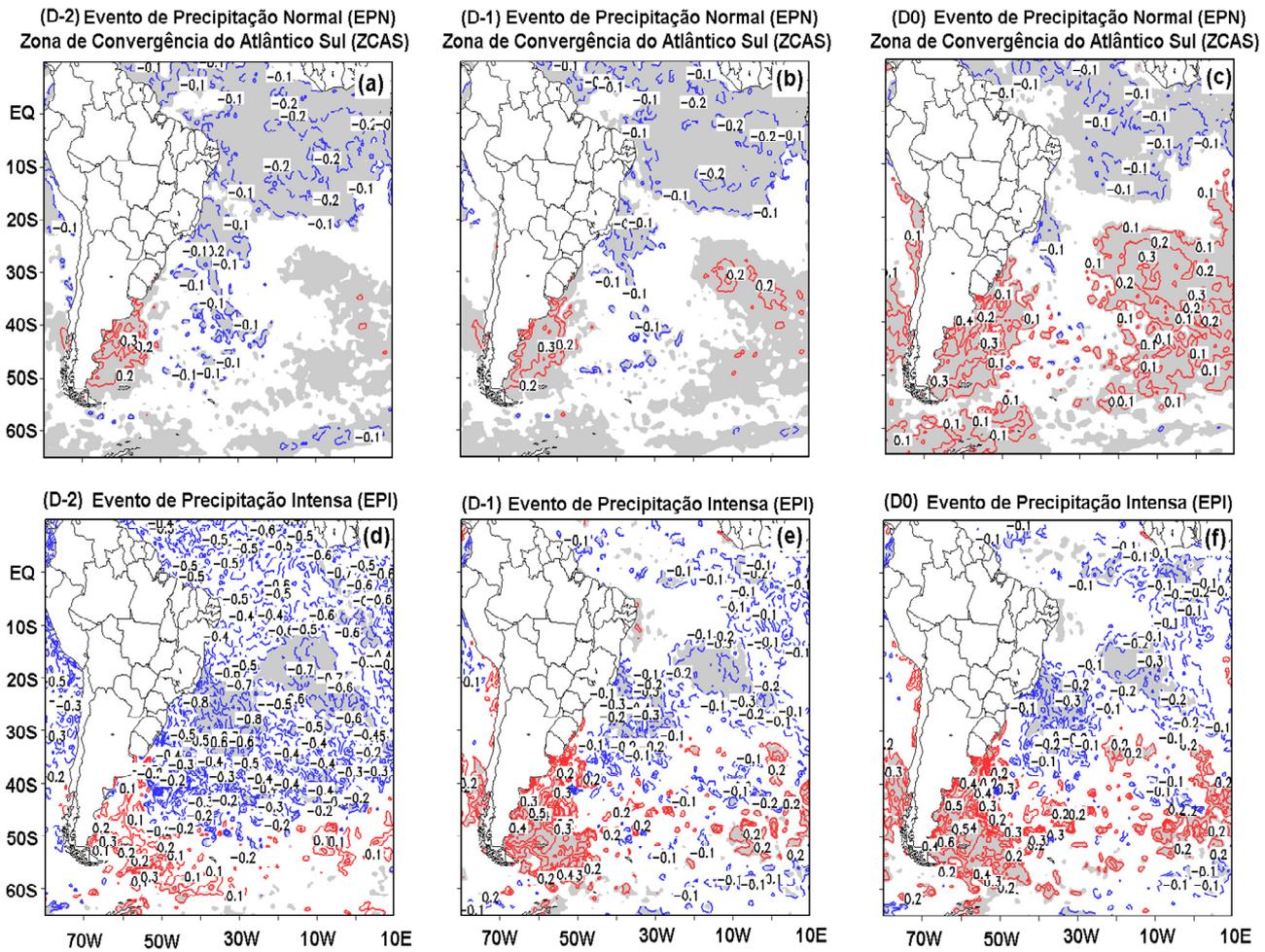
entre Equador e 20°S e negativas ao sul de 20°S favorecem chuvas intensas nos eventos de SF. Isso faz sentido, pois o gradiente térmico na superfície do mar fortalece o gradiente térmico da frente atmosférica, assim aumentando a intensidade da frente sobre o Sudeste, causadora de chuva. Nas situações de ZCAS as correlações são negativas em toda a extensão do Atlântico ao norte de 35°S, isto é, anomalias negativas de TSM estão associadas com ZCAS intensas. Isso se deve a permanência da nebulosidade sobre a região de ZCAS o que reduz a insolação e esfria a superfície do mar ligeiramente. Este resultado concorda com as conclusões de Chaves (2004), embora ambas as metodologias sejam diferentes. No geral, embora os valores de correlações sejam pequenos, é interessante verificar na Figura 5.3 (d) uma região de  $-0,3^{\circ}\text{C}$  próxima à costa do SEB (em torno de 22°S) até 10°W. Estes valores são estatisticamente significativos.

ANOMALIA DE TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR (ATM) °C



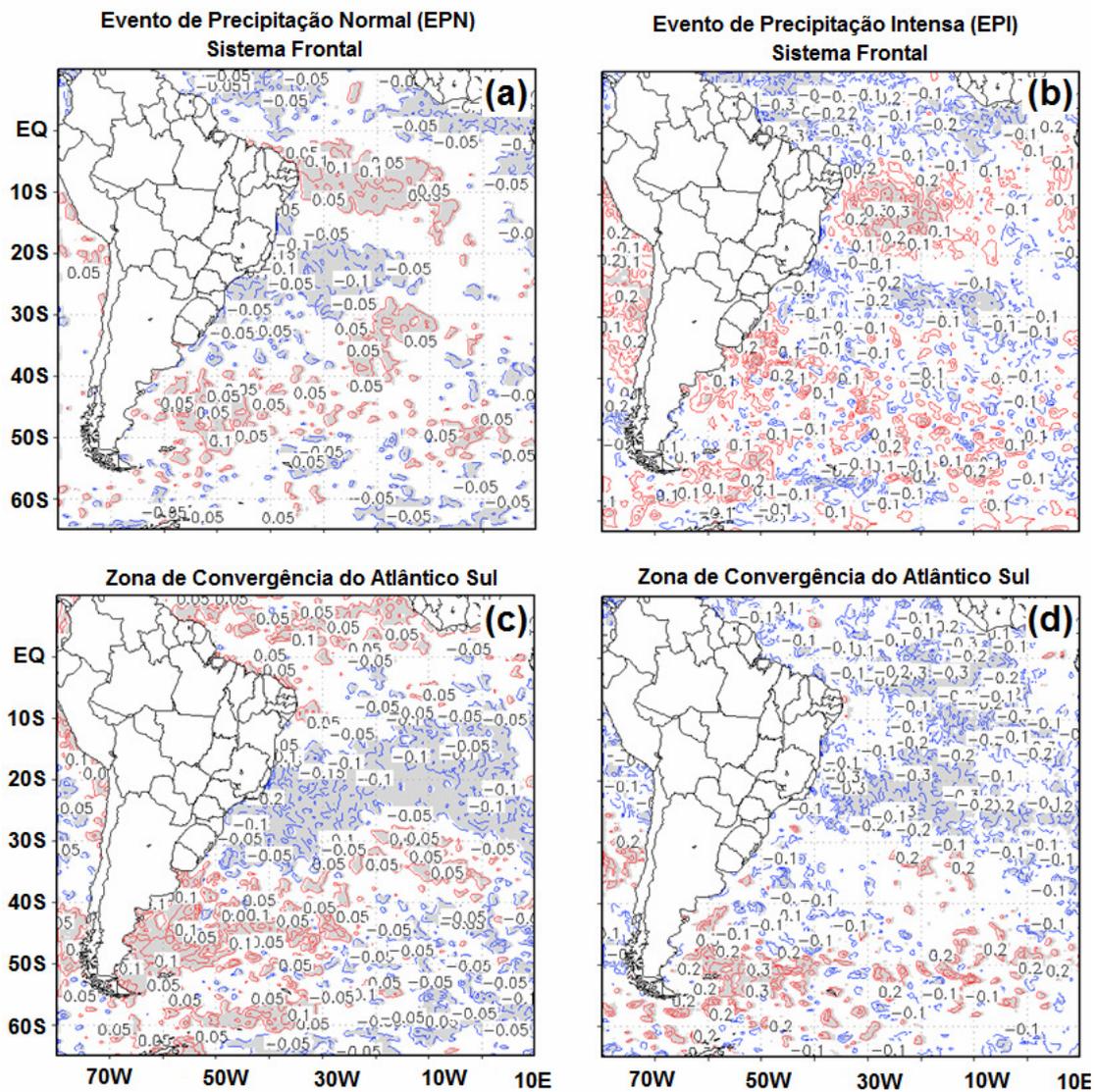
**Figura 1** – Composição das anomalias de TSM (°C) para situações de SF desde D-2 até D0. Os painéis (a, b, c) são para os EPNs e (d, e, f) para os EPIs. Isotermas anômalias em azul são negativas e em vermelho são positivas. Regiões sombreadas são significativas ao nível de 95%.

ANOMALIA DE TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR (ATM) °C



**Figura 2** – Anomalias da composição de TSM (°C) para situações de ZCAS desde D-2 até D0. Os painéis (a, b, c) são para os EPNs e (d, e, f) para os EPIs. Isotermas anômalas em azul são negativas e em vermelho são positivas. Regiões sombreadas são significativas ao nível de 95%.

## CORRELAÇÃO ORDENADA DE SPEARMAN



**Figura 3** – Correlação de ordem de Spearman entre os EPNs (a-c) e EPIs (b-d) para situações de SF (a-b) e ZCAS (c-d). Correlações positivas estão em vermelho e negativas em azul. Regiões sombreadas são significativas ao nível de 95%.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Primeiramente, nesta pesquisa, foi investigado o comportamento das composições de anomalias de TSM do oceano Atlântico Sul com relação aos EPs e EPNs em situações de SF e ZCAS. Em seguida, realizaram-se correlações ordenadas entre a precipitação durante tais eventos com as anomalias de TSM no Atlântico Sul, para ambas as situações meteorológicas, a fim de verificar uma possível relação entre estas duas variáveis. De maneira geral, no SEB, observou-se uma predominância de anomalias negativas e ao sul desta região houve o domínio de anomalias positivas nas situações de ZCAS.

Alguns estudos anteriores têm mostrado que as anomalias de TSM do Atlântico Sudoeste não apresentam uma relação direta com os eventos extremos de precipitação ocorridos sobre o SEB. Robertson & Mechoso (2000) encontraram que a intensificação da ZCAS em escala interanual coincide com anomalias de TSM negativas (positivas) ao norte (sul) de 40°S e sugerem que estas anomalias de TSM negativas sobre o Atlântico Subtropical podem incrementar a persistência das anomalias de ROL associadas à ZCAS, que por sua vez podem intensificar as anomalias de TSM. Desta forma, estabelecida a circulação da ZCAS, as

áreas oceânicas adjacentes a este sistema tenderiam a resfriar, intensificando a circulação de monção sobre a AS, através do aumento do gradiente leste-oeste de temperatura entre oceano e a atmosfera. Com o aumento da convecção, a TSM tornar-se-ia mais fria, havendo então retroalimentação entre a atmosfera e o oceano. Por outro lado sabe-se que as anomalias positivas de TSM favorecem o aumento de evaporação, podendo favorecer a convecção da ZCAS através de maior disponibilidade de vapor d'água e instabilização das camadas inferiores da atmosfera.

Veiga *et al.* (2002) analisando a relação entre as chuvas de monção da AS e as anomalias de TSM do oceano Atlântico Sul mostraram que as duas áreas de maior significância estatística apresentaram sinais opostos de correlação (tipo dipolo) durante os meses de setembro a novembro e, com a chegada do verão, esta configuração deu lugar a uma área de correlação negativa sobre o SEB. Isto indicou uma dependência das chuvas de monção sobre as anomalias de TSM na região do Atlântico Sul. As anomalias negativas de TSM desintensificaram a ASAS, o que causou um aumento no transporte de umidade para a região de monção que estaria relativamente mais quente, fazendo com que as chuvas aumentassem devido ao

aumento do gradiente de temperatura entre o continente e oceano.

Estudos sugerem a existência de águas mais frias posicionadas logo abaixo da ZCAS, caso de um estudo observacional de Robertson e Mechoso (2000). Uma provável explicação, conforme Chaves e Nobre (2004), é que a água fria seria uma consequência, e não a causa do aumento da nebulosidade, em razão da presença da ZCAS, que atenuaria a chegada da radiação solar à superfície do mar. Sendo assim, é plausível que a presença de uma ZCAS ativa, com persistência de nebulosidade, impeça o aquecimento das águas devido à redução na radiação que chega à superfície.

Recentemente, Bombardi (2008), examinou as relações entre os padrões de anomalias de TSM com a ocorrência de extremos nas características da monção da AS, tais como as datas de início e fim, duração e precipitação acumulada sobre as regiões centrais e SEB. O autor verificou que a variabilidade da TSM do oceano Atlântico Sul na escala interanual tem um importante papel sobre a variabilidade da precipitação total acumulada durante a monção de verão. Contudo, observou-se que anomalias de TSM negativas (positivas) sobre o Atlântico Sul Subtropical e positivas (negativas) sobre o Atlântico Sul Extratropical estiveram

associadas a verões chuvosos (secos) sobre a região.

## 5. REFERÊNCIAS

- BOMBARDI, R. J. **Variabilidade do regime de monções da América do Sul: o clima presente e projeções para o século XXI**. 2008. 112 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.
- CARDOSO, A. O.; SILVA DIAS, P. L. Identificação de trimestres extremos no regime pluviométrico do Sul e Sudeste do Brasil e relação com anomalias de TSM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p. 149-162, 2001.
- CHAVES, R. R. **Conexões entre a temperatura da superfície do Oceano Atlântico e a convecção de verão sobre a América do Sul e áreas adjacentes**. 2003. 204 p. (INPE-10426-TDI/923). Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2003.
- CHAVES, R. R.; NOBRE, P. Interactions between sea surface temperature over the South Atlantic Ocean and the South Atlantic Convergence Zone. **Geophysical Research Letters**, v. 31, L03204, DOI:10.1029/2003GL018647, 2004.
- LIMA K. C.; SATYAMURTY. P; FERNÁNDEZ, J. P. R. Large-scale atmospheric conditions associated with heavy rainfall episodes in Southeast Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 101, n. 1-2, 2010.

- MOURA, A. D.; SHUKLA, J. O. The dynamics of drought in Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal of the Atmosphere Sciences**, v. 38, n. 12, p. 2653-2675, 1981.
- LENTERS, J. D.; COOK, H. K. Simulation and diagnosis of the regional summertime precipitation climatology of South America. **Journal of Climate**, v. 8, n. 12, p. 2988-3005, 1995.
- NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the Tropical Atlantic and South America. **Journal of Climate**, v. 9, n. 19, p. 2464-2479, 1996.
- PEZZI, L. P.; CAVALCANTI, I. F. A. The relative importance of ENSO and Tropical Atlantic sea surface temperature anomalies for seasonal precipitation over South America: a numerical study. **Climate Dynamics**, v. 17, n. 2-3, p. 205-212, 2001.
- REYNOLDS, R.W.; SMITH, T. M.; LIU, C.; CHELTON, D. B.; CASEY, K. S.; SCHLAX, M. G. Daily high-resolution-blended analyses for sea surface temperature. **Journal of Climate**, v. 20, n. 22, p. 5473-5496, 2007.
- ROBERTSON, A. W.; MECHOSO, C. R. Interannual and interdecadal variability of the South Atlantic Convergence Zone. **Monthly Weather Review**, v. 128, n. 8, p. 2947-2957, 2000.
- SILVA, V. B. An Improved Gridded Historical Daily Precipitation Analysis for Brazil. **Journal of Hydrometeorology**, v. 8, n. 4, p. 847-861, 2007.
- VEIGA, J. A. P.; MARENGO, J.; RAO, V. B. A influência de TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico sobre as chuvas de monção da América do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 2, p. 181-194, 2002.
- WILKS, D. S. **Statistical methods in the atmospheric sciences**. New York: Academic Press, 1995.
- ZAR, J. H. Significance Testing of the Spearman Rank Correlation Coefficient. **Journal of the American Statistical Association**, v. 67, n. 339, p. 578-580, 1972.