



## RELAÇÃO ENTRE PADRÕES MENSAIS DA RADIAÇÃO DE ONDA LONGA NA AMÉRICA DO SUL E TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR DOS OCEANOS PACÍFICO E ATLÂNTICO

**REINKE, Guilherme Lauxe<sup>1</sup>; MARQUES, Julio Renato Quevedo<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>*Departamento de Meteorologia – FMET/UFPeI  
Campus Universitário s/n – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900. g.reinke@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

São vários os sistemas de tempo de escala sinótica ou mesoescala que influenciam a precipitação da América do Sul (AS), dentre eles pode-se citar: sistemas frontais, complexos convectivos de mesoescala, vórtices ciclônicos em altos níveis, Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), etc.

Ceballos et al. (2002) citam a importância da Radiação de Onda Longa (ROL), pois esta permite uma análise climatológica da evolução da convecção e de sua distribuição regional. Na literatura, em média, um valor abaixo de 230 W/m<sup>2</sup> caracteriza uma área com forte atividade convectiva.

A relação oceano-atmosfera tem sido alvo de importantes trabalhos, como: Diaz et al. (1998), Veiga (2000), entre outros, tendo por objetivo principal compreender os impactos dessa interação na variabilidade climática terrestre. As mais evidentes relações entre o oceano e a atmosfera surgem nos eventos do fenômeno El Niño Oscilação Sul. Dentre as regiões de maior impacto desse fenômeno, pode-se incluir duas grandes áreas, o Sudeste e o Nordeste da AS. Contudo, o entendimento da influência das anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Oceano Atlântico na atividade convectiva do continente Sul-americano ainda não está bem claro.

Através da técnica estatística multivariada de Componentes Principais (CP), o trabalho aqui apresentado tem por objetivo estudar as relações entre as anomalias de ROL no topo da atmosfera e as anomalias de TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico Sul, nos meses de outubro a março do período de 1982 a 2007.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de TSM e ROL utilizados foram obtidos junto ao NCEP (National Center for Environmental Prediction) e NCAR (National Center for Atmospheric Research Reanalysis), numa grade regular de 1° x 1° para a TSM e de 2,5° x 2,5° para a ROL, sendo ambos os dados no formato NetCDF (Network Common Data Form). Posteriormente os dados de TSM e ROL foram transformados para uma grade de 5° x 5°, para facilitar os cálculos. As séries das duas variáveis são mensais e correspondem ao período de 1982 a 2006 dos meses de outubro, novembro e

dezembro e ao período de 1983 a 2007 dos meses de janeiro, fevereiro e março. Escolheu-se áreas idênticas para o estudo da TSM e da ROL, com latitudes entre 5°N e 60°S e longitudes entre 30°E e 170°E.

As análises da variabilidade espacial e temporal da ROL e da TSM nos Oceanos Pacífico e Atlântico foram feitas através da Análise de Componentes Principais. Estas variáveis foram trabalhadas de forma mensal no período de outubro a março. A técnica consiste em transformar o conjunto de dados originais (ROL e TSM em separados) em um novo conjunto, isto é, em **escores**, onde os componentes preservam a variabilidade e os mesmos não são correlacionados entre si, facilitando a separação espacial das oscilações temporais.

A técnica é fundamentada na relação de que, uma matriz quadrática simétrica (Storch & Zwiers, 2000) pode ser decomposta em outras matrizes que preservam a variabilidade. Neste estudo é usada a matriz correlação, a qual mostra o grau de associação entre duas variáveis aleatórias X e Y e é expresso por (1), onde  $Cov_{(X,Y)}$  é a covariância das variáveis X e Y, e  $Var_{(X)}$  e  $Var_{(Y)}$  são as variâncias.

$$Cor_{(X,Y)} = \frac{Cov_{(X,Y)}}{\sqrt{Var_{(X)} Var_{(Y)}}} \dots\dots(1) \quad \mathbf{M} = \mathbf{V} \mathbf{\Lambda} \mathbf{V}^T \dots\dots(2) \quad \mathbf{Z} = \mathbf{V}^T \mathbf{Y} \dots\dots(3)$$

As matrizes resultantes da decomposição da matriz correlação fornecem os autovalores e os autovetores (2), onde **M** é matriz correlação dos dados originais  $p \times p$ , **V** a matriz com os autovetores  $p \times p$  e **Λ** a matriz diagonal com os autovalores  $p \times p$ . Os autovetores normalizados (pesos individuais da variação em cada posição) associados a cada autovalor (peso coletivo de todas as posições) é definido de Padrão de Oscilação Principal, cuja função é identificar áreas de maior importância na explicação parcial de cada autovalor.

A combinação dos autovetores **V** derivados da matriz **M** e os dados originais padronizados **Y** produzem novas variáveis, definidas de escores dos componentes principais (3). Os escores representam a combinação da dispersão espacial dos dados originais em cada tempo, sendo não correlacionados entre si. Assim, foi possível correlacionar todos os escores das variáveis ROL e TSM, de forma a verificar as relações mais evidentes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de explicação de cada CP, principalmente da ROL, não varia muito e não possui valores muito altos, por exemplo, a primeira CP de outubro explica 14,5% e a quarta CP explica 7,6%. Isso nos leva a crer que a variabilidade temporal apresenta também muita variabilidade espacial, necessitando de muitas componentes para explicar a variação total desta variável. Os percentuais de explicação das 5 primeiras componentes principais da TSM e ROL para os meses de outubro a março são mostrados a seguir, nas Tabelas 1 e 2 respectivamente:

Tabela 1 – Percentual de explicação das 5 primeiras CP's da TSM.

<b>TSM</b>	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
<b>CP 1</b>	23,0	22,5	22,3	23,1	21,8	21,1
<b>CP 2</b>	9,7	9,5	9,7	10,2	11,4	11,4
<b>CP 3</b>	8,8	8,8	9,2	8,4	8,3	8,8
<b>CP 4</b>	6,8	7,1	6,2	6,3	7,1	6,9
<b>CP 5</b>	6,3	5,3	5,8	5,8	6,3	6,4

Tabela 2 – Percentual de explicação das 5 primeiras CP's da ROL.

<b>ROL</b>	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
<b>CP 1</b>	14,5	14,8	14,1	17,2	13,8	14,2
<b>CP 2</b>	10,4	12,4	9,8	9,6	10,8	10,7
<b>CP 3</b>	8,4	9,3	7,8	8,8	8,2	8,9
<b>CP 4</b>	7,6	6,9	6,7	7,2	6,3	6,1
<b>CP 5</b>	5,8	5,9	6,1	5,8	5,7	6,0

Foi feita a correlação entre os escores da TSM e da ROL. A avaliação dos escores foi feita até a 5ª CP das duas variáveis em cada mês, em que as correlações entre os escores da TSM com os escores da ROL foram significativas a 1 e 5%. Assim, foram escolhidos três casos nos meses de outubro, novembro e março, e dois nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, totalizando quinze casos, porém, aqui serão interpretadas apenas as correlações entre as CP's 1 da TSM e ROL, que mostraram altos valores e significância de 1% (Tab. 3).

Tabela 3 – Correlação significativa a 1% entre os escores da CP's 1 da TSM e ROL, e casos estudados para interpretação dos autovetores.

Mês	Correlação	Mês	Correlação
Outubro	-0,891	Janeiro	+0,910
Novembro	-0,772	Fevereiro	+0,811
Dezembro	-0,838	Março	+0,785

Na interpretação dos campos dos autovetores da TSM e ROL dos casos escolhidos (Tab. 3), o sinal da correlação tem fundamental importância, por exemplo: nos casos em que o valor do autovetor da ROL for positivo, e a correlação com a TSM for negativa, subentende-se que o valor do autovetor da ROL naquela área será negativo. O módulo dos autovetores indica a intensidade da anomalia em determinada área, e o sinal servirá para se obter a relação existente entre as variáveis TSM e ROL.

A CP 1 da TSM apresenta um padrão muito semelhante em todos os meses: no Oceano Pacífico com duas áreas de sinal positivo (negativo), uma na região Equatorial e a outra em latitudes médias, além de outra com o sinal negativo (positivo), na região da Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS) que se estende até o Pacífico Leste. A CP 1 da TSM em março (Fig. 1) apresenta sinais opostos aos outros meses, porém, mantém o mesmo padrão. É mostrada na Figura 1, a CP 1 de outubro, sendo esta representativa dos meses não mostrados.

Vale ressaltar que a CP 2 da TSM também apresenta um padrão semelhante em todos os meses, com a indicação de um dipolo, entre o Atlântico Central adjacente à costa Nordeste do Brasil e o Atlântico Sul em latitudes médias.

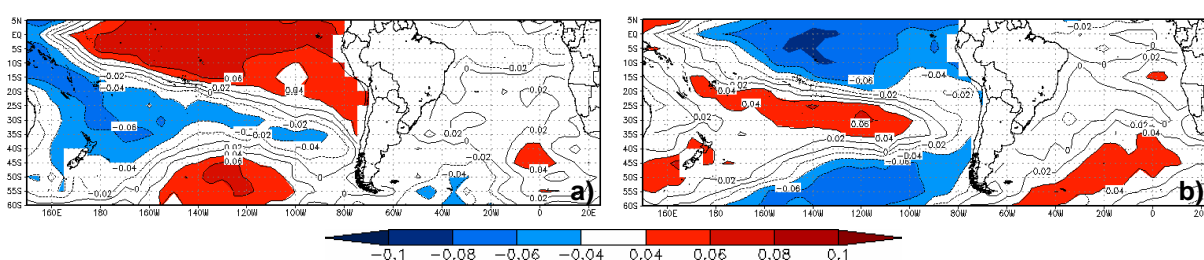


Figura 1 - Magnitude dos autovetores associados a CP 1 da TSM em outubro (a) e março (b).

As correlações entre os escores das CP's 1 da TSM e as CP's 1 da ROL foram sempre altas e significativas a 1%. Diante disso, e do mesmo padrão da CP 1 da TSM em todos os meses, a relação em cada mês com a CP 1 da ROL (Fig. 2) foi importante e é resumidamente mostrada na tabela 4.

Tabela 4 - Relação entre o padrão de TSM da CP 1 com a convecção observada em cada mês (outubro a março) na CP 1 da ROL.

Mês	Atividade convectiva associada
Outubro	Intensificação (desintensificação) das frentes frias no Sul da AS.
Novembro	Desintensificação (intensificação) da ZCAS; Aumento (redução) da convecção no Sul do Brasil.
Dezembro	Aumento (redução) da convecção no Sul do Brasil; Presença de convecção associada a

	Alta da Bolívia (AB) na costa oeste da AS (10°S e 20°S); Redução (aumento) da convecção no Norte das regiões N e NE do Brasil (40°W e 60°W).
Janeiro	Desintensificação (intensificação) da convecção no Noroeste da AS.
Fevereiro	Padrão semelhante ao encontrado em dezembro, porém, sem convecção no Sul.
Março	Igual fevereiro, porém, a convecção associada a AB está somente sobre AS (5°S e 20°S).

Em dezembro, fevereiro e março a redução da convecção no N e NE do Brasil pode estar associada ao ramo descendente da célula de Walker que se encontra em anos de El Niño sobre essa região (Kousky et al., 1984).

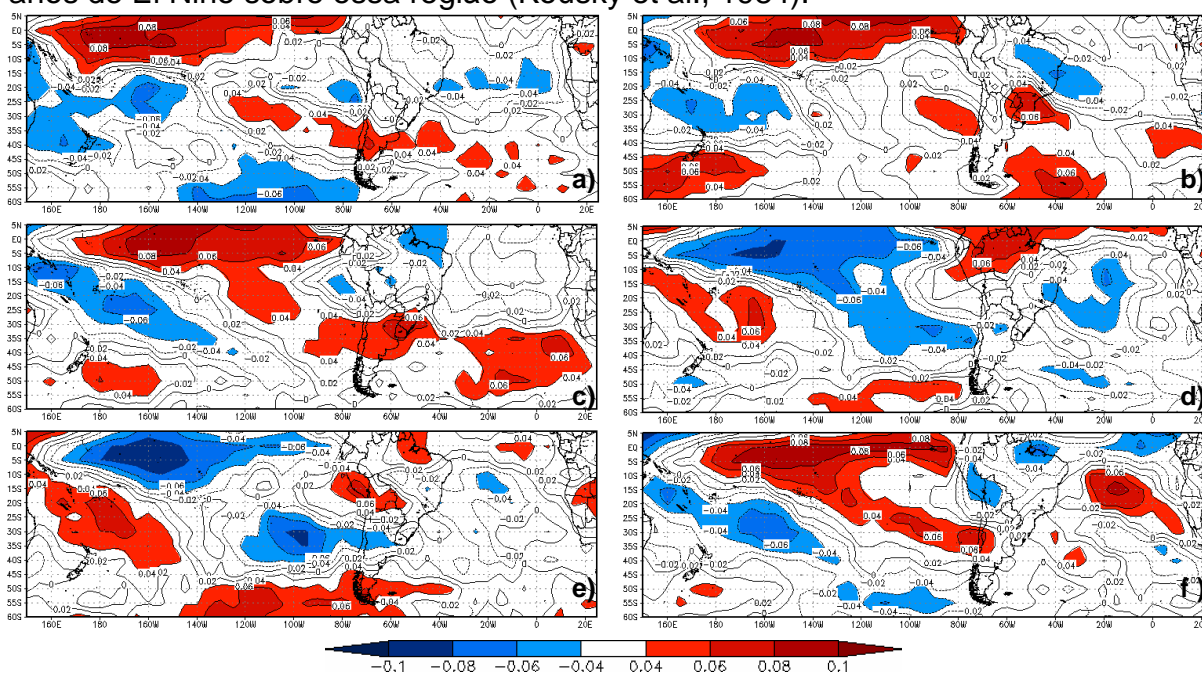


Figura 2 - Magnitude dos autovetores associados a CP 1 da ROL em outubro (a), novembro (b), dezembro (c), janeiro (d), fevereiro (e) e março (f).

#### 4. CONCLUSÕES

A utilização da análise de Componentes Principais mostrou-se uma importante ferramenta para a análise da relação entre as variáveis TSM e ROL, as quais deram uma satisfatória resposta ao serem correlacionadas, em que houve a associação de padrões de Oceano com sistemas atuantes na AS, como: sistemas frontais, ZCAS e Alta da Bolívia.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEBALLOS, J. C.; LIMA, W. F. A.; SOUZA, J. M. Radiação de onda longa emergente no topo da atmosfera: uma comparação entre estimativas com GOES-8 imager e dados do NCEP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz de Iguaçu. **Anais...** 2002. p.3264-3269. CD-ROM, Papel. Br.
- 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. **Journal of Climate**, Boston, v.11, n.2, p.251-271, fev. 1998.
- KOUSKY, V. E.; KAYANO, M. T.; CAVALCANTI, I. F. A. A review of the southern oscillation oceanic atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies.

**Tellus, Series A (Dynamic Meteorology and Oceanography)**, v.36A, n.5, p. 490-504, 1984.

STORCH, H. V.; ZWIERS, F. W. **Statistical analysis in climate research**. 2000. 484p. Cambridge University Press, New York.

VEIGA, J. A. P. **A influência das TSMS dos oceanos Pacífico e Atlântico nas chuvas de monção da América do Sul**. 2000. 132f. Dissertação de Mestrado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.