

# ANOMALIAS DA PRECIPITAÇÃO NO SUL DO BRASIL E AS TELECONEXÕES

ISIMAR DE A. SANTOS<sup>1</sup>, NILO J. DO N. FRANCO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Meteorologista, Professor Associado, Depto. de Meteorologia, Inst. de Geociências, UFRJ  
Rio de Janeiro – RJ, Fone (021-25989531), isimar@acd.ufrj.br

<sup>2</sup> Meteorologista, Pesquisador Doutor, Centro de Estudos de Mudanças Ambientais (CEMA), Inst. de Geociências, UFRJ  
Rio de Janeiro - RJ, nilo\_jose@hotmail.com

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

**Resumo** - As dificuldades na previsibilidade climática estão dentre as principais fontes de risco para as atividades agropecuárias. Os estudos das teleconexões são de grande valia na redução dessas incertezas, através da previsibilidade que traz muitas vezes ao comportamento climático. Neste estudo, o El Niño – Oscilação Sul (ENOS) e a Oscilação Antártica (AAO) são usados no diagnóstico de períodos chuvosos e estiagens no sul do Brasil em dezembro, visando oferecer ferramentas para agricultores e pecuaristas na previsão de condições adversas.

**Palavras chave:** Índice de Oscilação Antártica, Variabilidade Climática, Produção Agrícola.

## PRECIPITATION ANOMALIES IN SOUTHERN BRAZIL AND TELECONNECTIONS

**Abstract** - Difficulties in climate predictability are among the main sources of risk to agricultural and livestock activities. Studies of teleconnection are valuable in reducing these uncertainties through the predictability that often brings the climatic pattern. In this study, the El Niño - Southern Oscillation (ENSO) and the Antarctic Oscillation (AAO) are used in the diagnosis of the rainy season and drought in southern Brazil in December, with the goal of providing tools for farmers and ranchers in the prediction of adverse conditions.

**Keywords:** Antarctic Oscillation Index, Climate Variability, Agricultural Production.

### 1. INTRODUÇÃO

As teleconexões são as relações estatísticas entre o clima e as variáveis meteorológicas em regiões geograficamente distantes. Estas relações podem ser positivas ou negativas e estar presentes por algumas décadas e ausentes em outras. As regiões conectadas podem estar ou não na mesma faixa latitudinal. Na escala temporal, o sinal das teleconexões pode ser inter-sazonal, inter-anual ou inter-decadal (Carleton, 2003). As teleconexões se manifestam por padrões recorrentes em grande escala na pressão atmosfera e nas variações dos ventos. A partir do conhecimento das interações climáticas induzidas pelas teleconexões, é possível obter-se alguma habilidade preditiva nas localidades afetadas. No entanto, esta capacidade preditiva difere para cada padrão de teleconexão. Em geral, nos trópicos as teleconexões costumam persistir por semanas ou meses e, portanto, a previsibilidade nas escalas sazonais e mensais é mais factível. Apesar das teleconexões poderem surgir a partir de inúmeros processos físicos dos oceanos, troposfera e estratosfera, os efeitos que mais se destacam envolvem interações de calor, umidade e momento entre a superfície da Terra e a atmosfera.

Nos trópicos podem-se destacar as interações oceano-atmosfera como o El Niño - Oscilação Sul (ENOS) e a Oscilação do Pacífico - América do Sul (PSA). Nas águas antárticas e sub-antárticas, as teleconexões dominantes são a Oscilação Semi-Anual (SAO), a Oscilação Antártica (AAO), a Onda Circumpolar Antártica (ACW) e o Dipolo Antártico (ADP). No presente estudo foram analisados eventos de estiagem no sul do Brasil, buscando-se as possíveis relações com o Índice de Oscilação Antártica (AAO) e com o Índice de Oscilação Sul (ENOS), tendo como motivação os prejuízos causados por essas estiagens na produção agropecuária.

## **2. TELECONEXÕES E OS CONTROLES CLIMÁTICOS NA AMÉRICA DO SUL**

A América do Sul apresenta diferentes padrões de tempo e clima devido à sua considerável extensão meridional, sua orografia e ao formato cônico peculiar desse continente. Além disso, o continente sul-americano inclui características bem definidas decorrentes dos setores tropical, subtropical e extratropical que abrange. Tanto a variabilidade climática como as flutuações interanuais e interdecadais nesta região contribuem no desenvolvimento e na superposição de fenômenos de grande escala. Ao longo dos anos, diferentes técnicas de análise produziram um grande número de padrões de variabilidade atmosférica denominados teleconexões. A maioria dessas conexões resulta em oscilações de baixa frequência. O El Niño - Oscilação Sul (ENOS) envolve o sistema oceânico e atmosférico do Pacífico tropical e resulta em secas ou chuvas na Amazônia e no nordeste do Brasil.

Procurando verificar as possíveis influências da AAO na variabilidade das perturbações transientes nas latitudes médias do Hemisfério Sul, Rao *et al.* (2003) procuraram demonstrar a existência de uma correlação positiva entre a AAO e a componente transiente do vento meridional em 300 hPa nas latitudes médias do Hemisfério Sul, ou seja com a atividade associada aos sistemas sinóticos nessas latitudes. Carvalho *et al.* (2005) identificaram uma possível tendência para o aumento do número de ciclones extratropicais no verão do Hemisfério Sul, durante a fase negativa da AAO. Gillet *et al.* (2006), estudando as temperatura e precipitações observadas em estações de superfície, identificaram a influência da AAO em todo o Hemisfério Sul. Santos e Franco (2010) identificaram conexões entre a AAO e a precipitação na região sul do Brasil, Uruguai, Paraguai e norte da Argentina.

## **3. TELECONEXÕES E A PRODUÇÃO AGROPASTORIL NO SUL DO BRASIL**

Na região sul do Brasil, a fase quente do ENOS (El Niño) está em geral associada com excessos de precipitação durante a primavera do primeiro ano e, posteriormente, ao fim do outono e início do inverno do segundo ano. Por outro lado, na fase fria (La Niña), a precipitação apresenta-se abaixo da normal na primavera e começo do verão. Fontana e Berlato (1996) analisaram a influência do ENOS sobre a precipitação e a produtividade de milho no Rio Grande do Sul e encontraram uma correlação positiva entre o El Niño e a produtividade de grãos nas localidades de Cruz Alta e Passo Fundo, concluindo que as variações da precipitação explicam 80% da variação interanual da produtividade e que o El Niño favorece a cultura de soja, levando na maioria das vezes a produtividades e produções recordes dessa cultura nessa região. No período de 1976 a 2000, a região sul do Brasil, em especial o Rio Grande do Sul, chegou a se destacar em relação à produção nacional de cereais, com o milho correspondendo a 49% e a soja com 53%, o que mostra a importância dessa região no cenário agrícola brasileiro. Contudo, a partir de 2000 esse quadro da produção de cereais vem apresentando alterações em relação às décadas anteriores. A figura 1 mostra que as quatro cidades (Bagé, Dom Pedrito, Encruzilhada do Sul e Ijuí) não registraram bons

índices pluviométricos nos meses de setembro, outubro e novembro de 2010, o que levou a uma redução da safra dessas culturas.

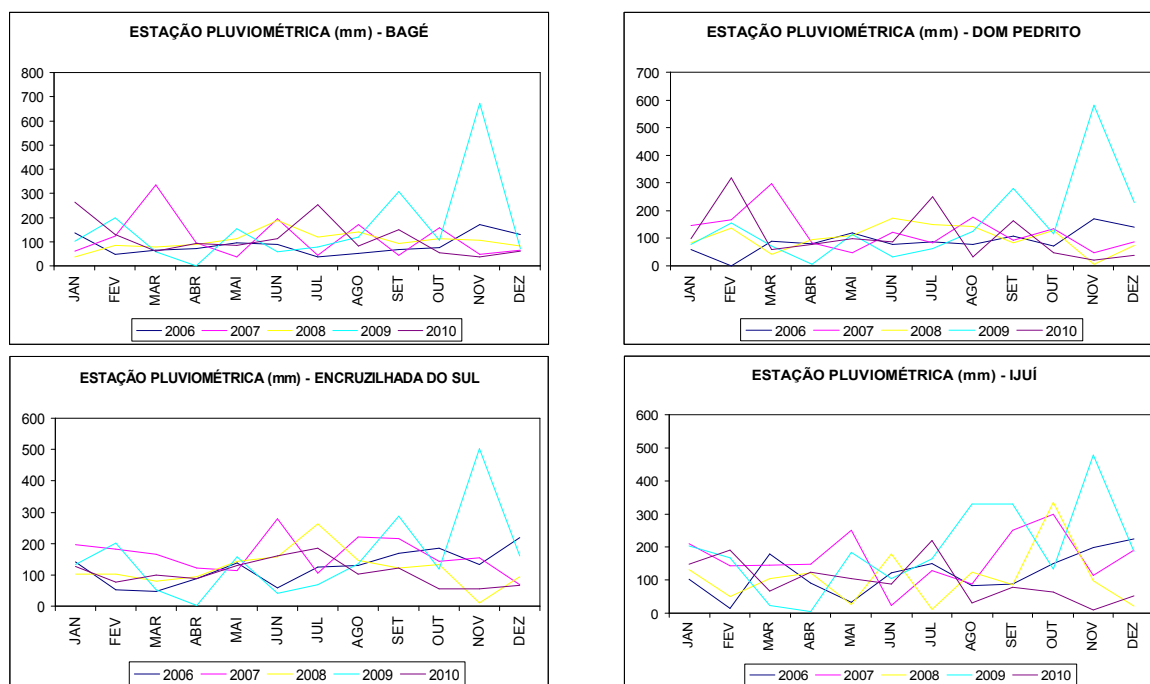


Figura 1: Índices pluviométricos de quatro localidades no Rio Grande do Sul entre 2006 e 2010. (Fonte: Defesa Civil do Rio Grande do Sul).

Segundo Camargo *et al.* (1974), a soja e o milho são culturas de verão que apresentam exigências climáticas semelhantes e encontram boas condições climáticas nas regiões subtropicais e temperadas, com temperatura média dos meses de verão variando de 21° a 27°C. Neste caso são os fatores hídricos que impõem restrições climáticas às safras em função do prolongamento da estação seca, o que pode dificultar o processo de maturação e a colheita. Uma umidade excessiva do solo durante o ano todo resultaria em sérios problemas a estas lavouras. A figura 2 apresenta as anomalias da precipitação no mês de dezembro dos anos de 2001 a 2010 no estado do Rio Grande do Sul. Uma análise dessas flutuações permite compor cenários onde a precipitação dentro do período esperado pode influenciar na produção vegetal. O estresse hídrico afeta não só a produção de cereais, mas também a produção de pastos e, além esta resposta direta, as estiagens prolongas podem contribuir no processo de desertificação, inclusive com a degradação do solo.

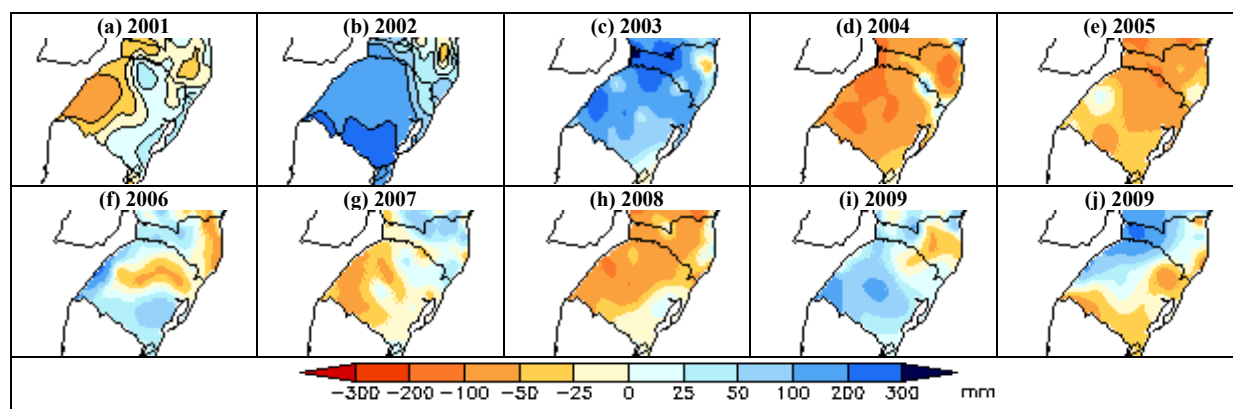


Figura 2: Anomalias da precipitação mensal em dezembro de 2001 a 2010. Fonte: CPTEC/INPE.

#### 4. METODOLOGIA

Há algum tempo as oscilações do ENOS tem sido usadas para explicar as flutuações climáticas no sul do Brasil. No presente estudo foi acrescentada a análise da AAO, objetivando uma melhor compreensão dessas flutuações climáticas e seu efeitos sobre a produção agropecuária. O Climate Prediction Center (CPC) do NCEP calcula o índice AAO projetando a média mensal das anomalias da altura de 700 hPa sobre o primeiro modo da Função Ortogonal Empírica (EOF) aplicado esta média ao sul da latitude 20 °S. O modo principal da EOF captura o máximo da variância explicada. O conjunto das reanálises do NCEP/NCAR foi empregado com resolução horizontal de 2,5° x 2,5° de latitude-longitude para o período iniciado em 1979, e o ciclo sazonal é removido do campo médio mensal do geopotencial. Em seguida a matriz de covariância é usada para a análise da EOF. Para o presente estudo, a série temporal do índice mensal AAO obtida no site do CPC/NCEP foi usada para destacar os meses com índice maior ou menor que limiares arbitrários. Os campos do vento da Reanálise 2 do NCEP-DOE sobre a América do Sul e oceanos próximos foram usados para obtenção de médias ponderadas pelo próprio índice AAO.

#### 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Na figura 3 foi calculada a diferença da média ponderada do movimento vertical nos meses em que a AAO apresentava valores maiores que +1 e menores que -1 (Santos e Franco, 2010). Na figura 4 este mesmo método foi usando para enfocar a precipitação.

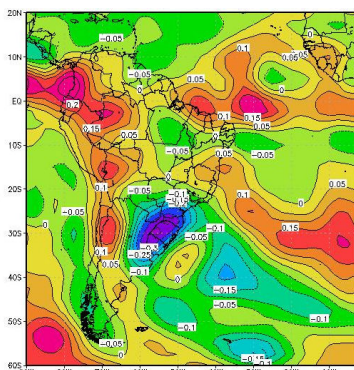


Figura 3: Diferença entre a média ponderada do movimento vertical nos meses em que o índice de AAO foi maior que +1 e menor que -1 (Unidade: cm/s).

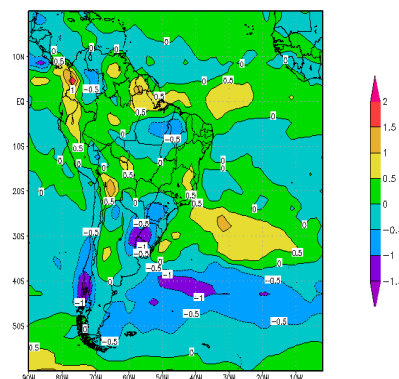


Figura 4: Diferença entre a média ponderada da precipitação nos meses em que o índice de AAO foi maior que +1 e menor que -1 (Unidade: mm).

As figuras 3 e 4 mostram a forte influência da AAA na região sul do Brasil, o que poderia alterar o regime de precipitação nessa região. Caso venham a ocorrer longos períodos de estiagem, a produção de cereais e de pastagens pode ser grandemente afetada. É fato notório a resposta da precipitação no sul do Brasil às flutuações do ENOS, porém esta relação não explica todos os eventos de seca. Assim, a AAO pode ser incluída como parâmetro adicional no entendimento dos eventos climatológicos extremos. Para facilitar esta compressão, foi elaborada a Tabela 1 que permite combinar as influências do ENOS e da AAO.

O que ficou evidenciado da Tabela 1 é que a precipitação em dezembro responde ao ENOS em 2002, 2006, 2007 e 2009. Quanto à resposta da AAO, foi positiva em 2001, 2002, 2003, 2006, 2008 e 2009. Considerando a pequena amostragem analisada, os resultados são promissores quanto à inclusão do índice AAO no estudo das precipitações na região sul do Brasil. Esta previsão, embora não seja totalmente precisa, poderá ajudar nos procedimentos de

gestão dos recursos hídricos nesta região. As imprecisões, como detectado nos anos de 2004 e 2005, podem ser atribuídas à existência de outros padrões de teleconexão a serem explorados.

Tabela 1: Resumo combinando as influências do ENOS e da AAO (azul para chuva e vermelho para seca) sobre o Rio Grande do Sul.

Ano	Setembro ENOS/AAO	Outubro ENOS/AAO	Novembro ENOS/AAO	Influência do ENOS	Influência da AAO	Padrão observado
2001	0,1/ <b>1,12</b>	0,0/ <b>1,23</b>	-0,1/ <b>0,96</b>	Neutro	<b>Seca</b>	<b>Seca</b> no oeste <b>Chuva</b> no leste
2002	<b>1,1/-0,84</b>	<b>1,3/-2,47</b>	<b>1,5/-0,89</b>	<b>Chuva</b>	<b>Chuva</b>	<b>Chuva</b>
2003	0,6/-0,31	0,5/-0,03	0,6/ <b>-0,69</b>	Neutro	<b>Chuva</b>	<b>Chuva</b>
2004	<b>0,9/0,24</b>	<b>0,8/-0,04</b>	<b>0,8/-0,24</b>	<b>Chuva</b>	Neutro	<b>Seca</b>
2005	0,2/0,23	-0,1/0,03	-0,4/ <b>-0,53</b>	Neutro	<b>Chuva</b>	<b>Seca</b>
2006	<b>0,6/-0,31</b>	<b>0,9/0,85</b>	<b>1,1/0,09</b>	<b>Chuva</b>	Neutro/ <b>Seca</b>	<b>Seca</b> no norte <b>Chuva</b> no sul
2007	<b>-0,7/0,03</b>	<b>-1,0/-0,42</b>	<b>-1,1/-0,95</b>	<b>Seca</b>	Neutro/ <b>Chuva</b>	<b>Seca</b>
2008	0,0/ <b>1,33</b>	0,0/ <b>1,17</b>	-0,3/ <b>0,88</b>	Neutro	<b>Seca</b>	<b>Seca</b>
2009	<b>0,9/-0,02</b>	<b>1,2/0,08</b>	<b>1,5/-1,85</b>	<b>Chuva</b>	Neutro/ <b>Chuva</b>	<b>Chuva</b>
2010	<b>-1,0/0,38</b>	<b>-1,3/1,28</b>	<b>-1,4/1,46</b>	<b>Seca</b>	<b>Seca</b>	<b>Seca</b> no sul <b>Chuva</b> no norte

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARLETON, A.M. **Atmospheric teleconnections involving the Southern Ocean**. J. Geophys. Res. 2003, 108, 8080, doi: 10.1029/2000JC000379.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C. & AMBRIZZI, T. **Opposite phases of the Antarctic oscillation and relationships with intraseasonal to interannual activity in the tropics during the austral summer**. Journal of Climate. 2005, v. 18, n. 5, p. 702-718.

CAMARGO, A. P.; PINTO, H.S.; PEDRO JR, M. J.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R. R. & ORTOLANI, A. A. **Aptidão climática de culturas agrícolas**. In: VERDADE, F.C. (Coord.). Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Agricultura. 1974, v.1, p.109.

FONTANA, D. C. & BERLATO, M. A. **Relação entre El Niño Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento do milho no Estado do Rio Grande do Sul**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha. 1996, v.2, p.39-46.

GILLET, N. P.; KELL, T. D. & JONES, P. D. **Regional climate impacts of the Southern Annular Mode**. Geophysical Research Letters, 2006, v.33, n. L23704, p.1-4.

SANTOS, I. A. & FRANCO, N. J. N. **Uso do Índice Mensal da Oscilação Antártica para Avaliação de Algumas Interações com a Circulação Troposférica na América do Sul e Oceanos Próximos**. 2010. XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belém.

RAO, V. B.; CARMO, A. M. C. & FRANCHITO, S. H. **Interannual variations of storm tracks in the Southern Hemisphere and their connections with the Antarctic oscillation**. International Journal of Climatology. 2003, v. 23, n.12, p. 1537-1545.