



VARIAÇÃO DA ÁGUA ARMAZENA NO SOLO EM ALGUMAS LOCALIDADES DO RIO GRANDE DO SUL NAS DUAS ÚLTIMAS FASES DA ODP

JULIO R. Q. MARQUES¹, MARLOM C. C. DUTRA², GILBERTO B. DINIZ³

¹Meteorologista, Prof. Adjunto, Faculdade de Meteorologia, UFPel, Pelotas, RS, Fone. (0xx53) 3277 67 22, jrmarques@gmail.com

²Mestrando, Fac. de Meteorologia, UFPel, Email: marlonccdutra@hotmail.com

³Prof. Associado, Fac. de Meteorologia, UFPel, Email: gilberto@ufpel.edu.br

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de setembro de 2013, Centro de Eventos Benedito Nunes na Universidade Federal do Pará, Belém - PA.

RESUMO: Os objetivos deste trabalho foram comparar a climatologia da água precipitável para os dois últimos períodos bem definido da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e as variações que ocorreram no armazenamento da água no solo em algumas estações meteorológicas do Rio Grande do Sul. O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) apresenta relações com a variabilidade climática em várias regiões da Terra. A ODP é definida como o sinal do predomínio das variações dos eventos ENOS que ocorrem em períodos quase cíclicos por 20 a 30 anos. Obteve-se ajuste significativo a 1% de probabilidade na função seno modificada, a qual descreve a oscilação do Índice ODP no tempo, com um período predominante negativo centrado entre os anos de 1950 e 1970 e outro predominante positivo centrado entre os anos 1980 e 2000. Os resultados da climatologia mostram que as anomalias de água precipitável durante os dois períodos bem distintos são maiores nas regiões do Sul do Paraguai, Nordeste da Argentina, Uruguai, Sul do Brasil e Leste da Bolívia, A variação no armazenamento de água no solo ressaltou a região de Porto Alegre como a de maior frequência de deficiência hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Deficiência Hídrica, Excesso Hídrico.

CHANGE OF GROUND WATER STORES IN SOME LOCATIONS OF RIO GRANDE DO SUL IN LAST TWO PHASES PDO

ABSTRACT: The objectives of this study were to compare the climatology of precipitable water for the last two well defined periods of the Pacific Decadal Oscillation (PDO) and the changes that occurred in water storage in the soil in some meteorological stations of Rio Grande do Sul phenomenon El Niño Southern Oscillation (ENSO) has close relationship with climate variability in various regions of the Earth. The PDO is defined as the sign of the variation in prevalence of ENOS events occurring in cyclical periods of 20 to almost 30 years. Obtained significant adjustment to 1% probability in the modified sine function, which describes the oscillation index PDO in time, with a predominant period negative centered between the years 1950 and 1970 and another centered predominantly positive between 1980 and 2000. The results show that the climatological anomalies of precipitable water during the two distinct periods are higher in the southern regions of Paraguay, northeastern Argentina, Uruguay, southern Brazil and eastern Bolivia, variation in water storage in the soil stressed the region of Porto Alegre as the increased frequency of droughts.

KEYWORDS: Water Deficit, Water Excess.





INTRODUÇÃO

A economia do Rio Grande do Sul (RS) depende principalmente da agricultura, sendo uma atividade bastante suscetível às variações climática e dependente principalmente da quantidade e distribuição da precipitação e da evapotranspiração. As características dos solos não favorecem o armazenamento de grandes quantidades de água no solo, especialmente a metade sul do RS. Períodos de grandes oscilações caracterizam riscos à agricultura, especialmente as culturas de ciclo de primavera-verão, período de grande demanda evaporativa da atmosfera, elevando o risco de ocorrer deficiências hídricas.

Vários estudos apontam evidências de que os oceanos Atlântico e Pacífico desempenham um papel significativo nas flutuações climáticas que ocorrem na região Sul do Brasil (Ropelewski & Halpert, 1988). As relações mais claras das interações entre oceano e atmosfera aparecem nos grandes eventos do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS). A Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) é definida como o sinal do predomínio das variações dos eventos ENOS que ocorrem em períodos quase cíclicos por 20 a 30 anos. Os objetivos deste trabalho foram comparar a climatologia da água precipitável para os dois últimos períodos bem definido da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e as variações que ocorreram no armazenamento da água no solo em algumas estações meteorológicas do Rio Grande do Sul.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados mensais de precipitação acumulada, temperatura mínima e máxima de 21 estações meteorológicas (Bagé, Bom Jesus, Bento Gonçalves, Caxias do Sul, Cruz Alta, Encruzilhada do Sul, Ijuí, Irai, Lagoa Vermelha, Passo Fundo, Pelotas, Porto Alegre, Rio Grande, Santa Maria, Santa Rosa, Santa Vitória do Palmar, Santana do Livramento, São Borja, São Luiz Gonzaga, Torres, Uruguaiana), pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de 1940 a 2012. Os dados utilizados de água precipitável (mm) foram de reanálise do NCEP/NCAR (National Centers Environmental Prediction)/ (National Center for Atmospheric Research) para o mesmo período do índice ODP (1940 a 2012).

Foram testados alguns ajustes não lineares sob série mensal do índice. A função que apresentou melhor ajuste foi a função seno modificada, aplicadas entre os anos de 1940 e 2012. A função descreve uma onda no tempo, ajustada pelos parâmetros, os quais foram definidos pela própria série temporal. Dois períodos bem definidos foram identificados nas variações do índice ODP e para os quais foram calculadas as anomalias da água precipitável. Por fim, foi calculado o balanço hídrico sequencial para as 21 estações no período de 1940 a 2012. Para estimar a evapotranspiração potencial optou-se pela equação de Thornthwaite e Mather (1955), cuja equação é basicamente em função da temperatura média. O método usado para calcular a evapotranspiração é bastante simples, mas serviu para comparar as oscilações de armazenamento de água no solo nas duas últimas fases da ODP.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação 1 representa a função seno modificada e ajustada as oscilações do Índice ODP, com nível de significância a 1% de probabilidade. A função descreve com clareza a oscilação principal do Índice ODP no tempo, com correlação positiva de 0,48.

$$f_{(y)} = a * e^{-\left(\frac{x}{c}\right)} * \sin\left(\frac{\pi(x - x_0)}{b}\right) \quad \text{eq. 1}$$

Sendo os coeficientes de ajustes:

y= Índice mensal	x= número de meses	R= 0,48	
a= 1,2233	b= 338,1217	c= 963,6182	x ₀ = -260,2566

A função de ajuste temporal sobre os dados originais do índice ODP está representada na figura 1. Através da figura podem-se verificar dois períodos bem distintos do índice, um período predominante negativo centrado entre os anos de 1950 e 1970 e outro predominante positivo centrado entre os anos 1980 e 2000. A tendência da função projetada indica que estamos entrando em um novo ciclo da fase fria de ODP.

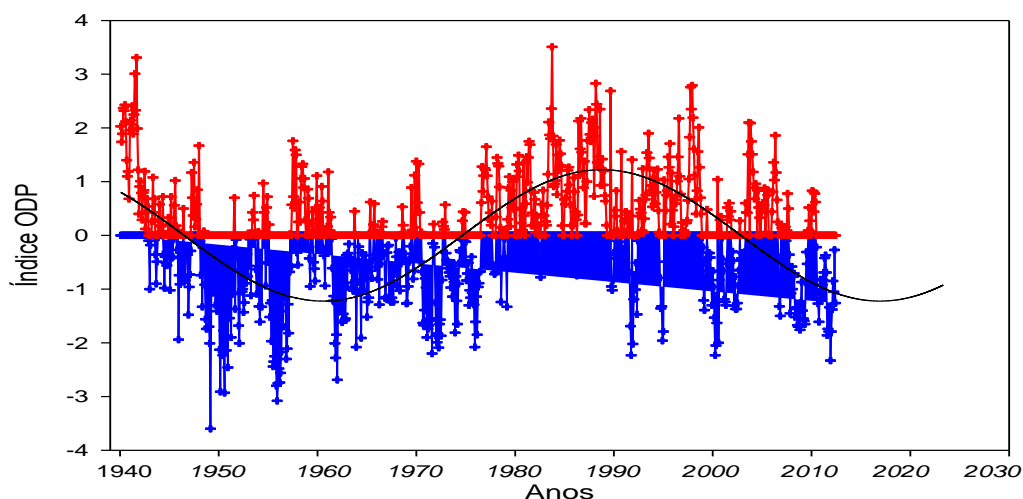


Figura 1. Índice mensal da ODP no período janeiro de 1940 a janeiro de 2012 e função ajustada (seno modificada) com projeção temporal.

Na Figura 2 são apresentadas às anomalias médias bi-decadal (1950 a 1970) da água precipitável em eventos de predomínio de índice negativo. Observam-se anomalias negativas de água precipitável na região abrangendo a Costa oeste e o continente peruano, o Equador, nordeste da Bolívia, sul da Venezuela e quase todo o território brasileiro, mais fortemente as regiões Oeste e Norte do Brasil. Os valores das anomalias médias chegam a -2 mm/dia aproximadamente apesar de serem aparentemente pequenos, são significativos na região onde está localizada a floresta amazônica. Neste caso, notam-se poucas anomalias positivas de água precipitável em eventos de La Niña sobre o continente Sul Americano, mas sobre o Oceano Atlântico, próximas as regiões Sudeste e Nordeste do Brasil têm-se anomalias opostas. Nos estudos de Mantua et al. (1997), tendo anomalias negativas no Pacífico Tropical, terá

anomalias negativas nas regiões do Pacífico Extratropical. Outras regiões como litoral brasileiro e norte da Argentina sobrem pouco com as anomalias ou são quase neutras, mas acredita-se que as alterações fortes de umidade na atmosfera que ocorram, especialmente sobre a região amazônica, influenciam as precipitações em varias regiões do continente.

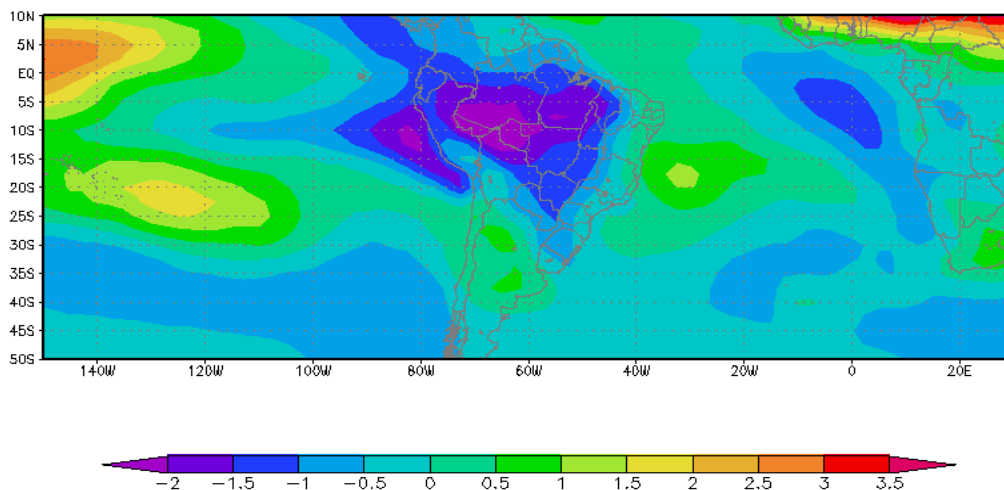


Figura 2. Anomalia da Água precipitável média do período de janeiro de 1950 a dezembro de 1970.

Na Figura 3 são apresentadas as anomalias médias bi-decadal (1980 a 2000) da água precipitável em eventos de predomínio de índice positivo (predomínios de eventos quentes de ENOS). Observam-se anomalias positivas de água precipitável quase nas mesmas regiões da fase anterior, mas com sinal mais fortemente deslocado para a região entre as regiões Oeste e Nordeste do Brasil. Os valores das anomalias médias de água precipitável na região de maior anomalia foi de 2 mm/dia aproximadamente.

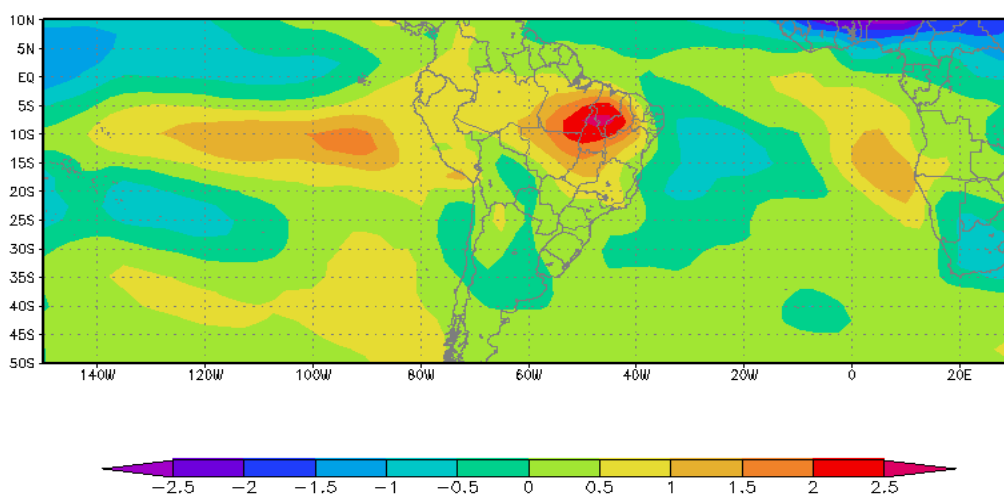


Figura 3. Anomalia da Água precipitável média do período de janeiro de 1980 a dezembro de 2000.



XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



As maiores causas de rendimento agrícola são apontadas pela ocorrência de deficiência hídrica, onde o período de maior probabilidade de ocorrer é os meses de verão. Para verificar a relação da frequência das deficiências com os sinais de ODP foram comparados as fases fria e quente consecutivamente em todo o período de dados (Janeiro de 1940 a dezembro de 2012), mas são apresentadas apenas as frequências para o mês de janeiro (Tabela 1). Na tabela estão apresentados os excessos e as deficiências de cada fase, sendo que o número total de máximos dentro de cada fase são 20.

Para o mês de janeiro as deficiências das fases 50-70 e 80-00 são maiores que os excessos na maior parte do RS, exceto as regiões com altitudes maiores (possivelmente pelo método para cálculo da evapotranspiração), independente da fase. As deficiências hídricas são maiores que os excessos e semelhantes em ambas as fases, principalmente nas cidades de Rio Grande, Pelotas, Porto Alegre, Bagé, Encruzilhada do Sul, Uruguaiana, São Borja e Santana do Livramento. Os excessos no mês de janeiro apresentaram ligeiro aumento na fase quente, comparadas a fase fria.

A frequência de ocorrer deficiências hídricas na fase fria da ODP são maiores, mas no RS durante o mês de janeiro tem por característica ter climatologia que já aponta para predomínio de deficiência na maior parte do Estado. Assim, o resultado deste mês não mostrou grande evidência na diferença entre as fases da ODP. Sugere-se que no futuro esta análise seja testando outros métodos de estimativa de evapotranspiração, pois este apenas faz uso da temperatura média, que em geral subestima os valores. Acredita-se que apesar de simples, o método serviu de comparação entre os períodos e já mostra uma tendência de ligeiro predomínio de aumento de deficiências hídricas no RS para a próxima década ou bi-decada.

Os resultados mostraram que existem diferenças espaciais inversas no RS, sendo à região do Litoral Sul (especialmente Porto Alegre) a mais vulnerável as deficiências hídricas, seguidas da região da Campanha (especialmente Bagé) no RS, já a região da Serra do Nordeste apresentou menor frequência de deficiência, independentemente das fases do Índice ODP.

Tabela 1. Número de meses com excesso e déficit hídrico, obtidos através do cálculo balanço para fase fria de 1950 a 1970 e fase quente de 1980 a 2000, para o mês de janeiro.

Cidade	Fase de 50-70		Fase de 80-00	
	Def	Exc	Def	Exc
Bagé	18	2	12	7
Bom Jesus	4	17	2	19
Bento Gonçalves	8	13	9	12
Caxias do Sul	7	14	10	11
Cruz Alta	12	4	9	11
Encruzilhada do Sul	14	5	14	5
Ijuí	14	6	11	7
Iraí	11	7	11	7
Lagoa Vermelha	9	11	6	12
Passo Fundo	8	13	6	13
Pelotas	11	5	13	5
Porto Alegre	18	3	16	1
Rio Grande	19	2	19	2





**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



Santa Maria	12	6	13	7
Santa Rosa	12	7	12	8
Santa Vitória do Palmar	17	3	17	4
Santana do Livramento	15	3	11	5
São Borja	16	3	13	4
São Luiz Gonzaga	13	5	12	8
Torres	10	9	8	11
Uruguiana	17	4	15	3

CONCLUSÕES

A fase fria do índice ODP mostrou anomalias negativas médias de água precipitável na região abrangendo a Costa oeste e o continente peruano, o Equador, nordeste da Bolívia, sul da Venezuela e quase todo território brasileiro, mais fortemente entre as regiões Oeste e Norte do Brasil. As anomalias positivas médias de água precipitável para a fase quente do Índice ODP são quase nas mesmas regiões da fase fria, mas com sinal inverso e mais deslocado para a área entre as regiões Oeste e Nordeste do Brasil. O BHC Seqüencial mostrou que a fase fria tem maior frequência de ocorrer deficiência hídrica, assim como na fase quente tem maior ocorrência de excessos, quando comparadas entre si. Os resultados também mostraram que existem diferenças espaciais inversas no RS, sendo à região do Litoral Sul a mais vulnerável as deficiências hídricas, seguidas da região da Campanha no RS, enquanto a região da Serra do Nordeste apresentou menor frequência de deficiência, independentemente das fases do Índice ODP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG Y.; WALLACE, J.M.; FRANCIS R.C: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. Bull. Amer. Meteor. Soc. v.78, p.1069-1079, 1997.

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

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J. R. The Water Balance. Publications in Climatology, Centerton N.J., v.8, n.1, 104p, 1955.

