



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

RELAÇÕES ENTRE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DOS MUNICÍPIOS DE PIRACICABA/SP E SENADOR POMPEU/CE INFLUENCIADOS POR EVENTOS “EL NIÑO” E “LA NIÑA”

CARVALHO, M. A. R.¹ & CARVALHO, L. C. C.¹

¹Eng. Agrônomo, Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP. Rua Adão Schmidt, 111 bl E2 apt 4, CEP: 13417-460 Jardim Elite, Piracicaba-SP. E-mail: mardcarv@esalq.usp.br

RESUMO: Com o objetivo de caracterizar a estação chuvosa (Fevereiro a Maio) do Sertão Central do Estado do Ceará (Brasil), a partir de dados pluviométricos do Centro-Sul do Estado de São Paulo (Brasil) durante as estações da Primavera e início do Verão (Outubro a Janeiro), foram analisados dados mensais de precipitação em Piracicaba – SP e em Senador Pompeu – CE no período de 1917 a 2007 e comparados com os fenômenos de “El Niño” e “La Niña” observados nestes anos. Foi utilizada a técnica dos Quantis para caracterizar períodos secos e chuvosos e um estudo de correlação foi feito, onde se constatou uma correlação inversa apreciável ($r = -0,41$) entre os dois municípios na presença de “El Niño” forte ou moderado e ausência de “La Niña”.

Palavras-chave: precipitação pluviométrica, estação das chuvas, fenômeno atmosférico-oceânico.

RELATIONS BETWEEN PLUVIOMETRICS DATA OF THE CITIES OF PIRACICABA/SP AND SENADOR POMPEU/CE INFLUENCED FOR "EL NIÑO" AND "LA NIÑA" EVENTS

SUMMARY: With the objective to characterize the rainy station (February to May) in the Central Field of Ceará State (Brazil), from pluviometrics data of the South-Central of Saint Paul State (Brazil) during the stations of Spring and beginning of Summer (October to January), had been analyzed monthly rainfall data in Piracicaba - SP and Senador Pompeu - CE on period of 1917 to 2007 and compared with the phenomena of "El Niño" and "La Niña" observed in these years. The technique of the Quantis was used to characterize dry and rainy periods and a correlation study was done, where evidenced an appreciable inverse correlation ($r = -0,41$) between the two cities in the presence of "El Niño", strong or moderate, and absence of "La Niña".

Keywords: pluviometric rainfall, rainy station, atmospheric-oceanic phenomenon.

INTRODUÇÃO

O Estado do Ceará sofre, entre outros, sérios problemas de estiagem que ocorrem na região Nordeste do Brasil, fenômeno que, à luz do conhecimento científico atual, está intimamente ligado à circulação atmosférica de larga escala (Walker, 1928; Bjerknes, 1969) causando sérios transtornos às populações nordestinas, principalmente àquelas que vivem nos sertões dos Estados incluídos no Polígono das Secas.

O fenômeno “El Niño”, que se caracteriza pelo aquecimento da água na superfície da parte oriental do Oceano Pacífico, na altura da linha do Equador, tem geralmente como conseqüências, em sua fase madura (quase sempre no quarto trimestre do ano), secas no Nordeste brasileiro de Fevereiro a Maio, principalmente sobre o setor norte e enchentes no Sul e Sudeste, durante os meses de Dezembro a Fevereiro. Já o evento “La Niña” é ocasionado, entre outros fatores, pelo resfriamento das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) sobre o Oceano Pacífico Equatorial, ou seja, o contrário do “El Niño”.

A Técnica dos Quantis foi utilizada no trabalho pioneiro de Pinkayan (1966), que se destinava a avaliar a ocorrência de anos secos e chuvosos sobre extensas áreas continentais dos Estados Unidos da América, em seguida, Gibbs & Maher (1967), também propuseram um sistema baseado em quantis (decis) com o fim de caracterizar períodos secos e chuvosos, o que lhes permitiu instituir um sistema de “alarme de seca” cujos princípios são até hoje utilizados pela meteorologia australiana (Xavier, 2001).

A correlação é uma análise estatística que mede a interdependência entre duas ou mais variáveis, onde o coeficiente de correlação de Pearson determina esse grau de associação.

Este trabalho tem como objetivo principal, analisar a influência dos fenômenos “El Niño” e “La Niña” na relação entre os dados pluviométricos das duas regiões e com isso oferecer indícios para uma visão antecipada da quadra chuvosa no Sertão Central do Estado do Ceará em função de uma pré-estação chuvosa da Zona Centro-Sul do Estado de São Paulo. Desta maneira, contribuindo para o equilíbrio sustentável do Agricultor e dos Recursos Hídricos do Semi-Árido Brasileiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do estudo, foram utilizados dados pluviométricos de duas estações: uma no município de Senador Pompeu, que está localizado na região central do Estado do Ceará, área pertencente ao Polígono das Secas, atualmente pertencendo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, com coordenadas geográficas: 5° 35' 00" de Latitude Sul, Longitude de 39° 22' 00" Oeste e Altitude de 173 m e outra no município de Piracicaba, região centro-sul do Estado de São Paulo, foi o Posto Meteorológico do Departamento de Ciências



Exatas, pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ / USP, que possui Latitude de 22° 42’ 30’’ Sul, Longitude de 47° 38’ 00’’ Oeste e Altitude de 546 m.

Os anos de 1971, 1972 e 1973 para Piracicaba, estavam com dados incompletos, para que estes anos não quebrassem a série (de 1917 a 2007), os meses sem dados disponíveis foram contabilizados pelas respectivas médias mensais do período. O ano de 1935, para Senador Pompeu, está sem dados, neste ano ele foi representado, através do método das Isoietas, pelo município vizinho, no caso Milhã.

As comparações entre precipitações pluviométricas dos dois locais, usando a Técnica dos Quantis, foram definidas como o quantil Q_p , para cada número real p entre 0 e 1, como valor em milímetros de chuva satisfazendo a condição:

$$\text{Prob} (X \leq Q_p) = p \quad (1)$$

Em que os quantis utilizados referem-se às ordens quantílicas $p = 0,15; 0,35; 0,65$ e $0,85$, com a finalidade de permitir a delimitação das categorias:

Muito seco	$\rightarrow X_i \leq Q_{0,15}$	
Seco	$\rightarrow Q_{0,15} < X_i \leq Q_{0,35}$	
Normal	$\rightarrow Q_{0,35} < X_i < Q_{0,65}$	
Chuvoso	$\rightarrow Q_{0,65} \leq X_i < Q_{0,85}$	
Muito chuvoso	$\rightarrow X_i \geq Q_{0,85}$	(2)

Para se calcular as correlações, as equações gerais da estatística (Marques, 1969) foram utilizadas; por exemplo, a correlação linear foi obtida pela equação (3):

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} \quad (3)$$

em que:

$$S_{xy} = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{n - 1} \quad (4)$$

onde S_{xy} é a co-variância amostral e os S_x e S_y são os desvios-padrão das séries de dados.

Nessas expressões, a variável $X_i = \{ X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \}$ corresponde aos dados pluviométricos de Piracicaba enquanto a variável $Y_i = \{ Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n \}$ corresponde aos dados pluviométricos de Senador Pompeu.

Para o emprego da cronologia e intensidade dos fenômenos “El Niño” e “La Niña”, consideraram-se os eventos com forte e moderada intensidade entre os anos de 1917 e 2007 (Epagri, 2007) e a influência durante os meses de ocorrência do período chuvoso, ou seja, final de um ano e início de outro (Tabela 1). Os anos em que ocorreram eventos de fraca intensidade foram considerados anos neutros.

Tabela 1 – Cronologia das ocorrências e respectivas intensidades de El Niño e La Niña

Ano (período)	Intensidade de El Niño	Intensidade de La Niña	Ano (período)	Intensidade de El Niño	Intensidade de La Niña
1916 - 1918		Forte	1965 - 1966	Moderada	
1918 - 1919	Forte		1968 - 1970	Moderada	
1923	Moderada		1970 - 1971		Moderada
1924 - 1925		Moderada	1972 - 1973	Forte	
1925 - 1926	Forte		1973 - 1976		Forte
1932	Moderada		1982 - 1983	Forte	
1938 - 1939		Forte	1986 - 1988	Moderada	
1939 - 1941	Forte		1988 - 1989		Forte
1946 - 1947	Moderada		1990 - 1993	Forte	
1949 - 1951		Forte	1994 - 1995	Moderada	
1954 - 1956		Forte	1997 - 1998	Forte	
1957 - 1959	Forte		2000 - 2001		Moderada
1964 - 1965		Moderada			

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentadas as normais pluviométricas para Piracicaba e Senador Pompeu no período de 1917 a 2006, que são as médias calculadas em um intervalo de nove décadas consecutivas, utilizadas neste trabalho.

Na Tabela 3, estão os dados pluviométricos fornecidos por Agritempo (2007), onde se constata uma grande semelhança com os dados do estudo. Para Piracicaba foi calculada a média ponderada das estações D4-002, D4-104R, D4-061 e D4-102 e para Senador Pompeu só uma estação foi utilizada.

Os resultados obtidos para as correlações entre os dados pluviométricos de Piracicaba (soma das precipitações dos meses de Outubro, Novembro e Dezembro de um ano X mais a do mês de Janeiro do ano X+1) e Senador Pompeu (soma das precipitações dos meses de Fevereiro, Março, Abril e Maio do ano X+1) foram: para o período integral (90 observações), $r = -0,12$, indicando uma correlação desprezível; para os anos com eventos exclusivos de “La Niña” (17 observações), $r = -0,16$, indicando correlação baixa; e para os anos com eventos exclusivos de “El Niño” (27 observações), $r = -0,41$, indicando correlação apreciável.

Na Tabela 4, estão as observações, usando a “técnica dos quantis”, feitas nos três períodos (integral, exclusivo de “La Niña” e exclusivo de “El Niño”), comparando as cinco categorias de precipitação (muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso) dos quadrimestres, entre Piracicaba e Senador Pompeu.

Tabela 2. Normais pluviométricas para Piracicaba e Senador Pompeu (1917 a 2006)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Piracicaba	229,0	183,5	144,1	62,7	54,2	42,6	27,4	29,8	61,9	110,4	133,4	200,8
Senador P	66,6	102,1	167,9	162,1	106,4	52,2	24,0	11,5	5,4	1,7	6,0	20,2

Tabela 3. Precipitações médias de Piracicaba (1937 a 1997) e Senador Pompeu (1910 a 2000)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Piracicaba	213,9	176,4	126,0	60,9	50,3	43,9	25,7	25,4	53,1	115,7	123,9	175,2
Senador P	66,8	102,0	166,9	160,0	106,1	48,9	24,4	12,0	6,2	2,1	6,8	22,7



Tabela 4. Valores encontrados nas comparações entre as categorias de precipitação de Piracicaba e Senador Pompeu

	Período Integral	Exclusivo de La Niña	Exclusivo de El Niño
Categorias iguais	16 (17,8%)	1 (5,9%)	6 (22,2%)
Piracicaba acima	37 (41,1%)	9 (52,9%)	14 (51,9%)
Piracicaba abaixo	37 (41,1%)	7 (41,2%)	7 (25,9%)
Total	90 (100%)	17 (100%)	27 (100%)

CONCLUSÕES

Existe uma correlação inversa entre as precipitações de Outubro a Janeiro em Piracicaba-SP e de Fevereiro a Maio em Senador Pompeu-CE, para os três períodos analisados, sendo que, quando o fenômeno “El Niño” atua com exclusividade a correlação tem um valor apreciável ($r = -0,41$), já os outros dois períodos são muito baixos.

As comparações entre as categorias de precipitação mostraram que: no período integral não existe diferença entre Piracicaba e Senador Pompeu, o que é lógico; para o período de ação exclusiva do evento “La Niña”, Piracicaba tem 28,6%, a mais, de quadrimestres mais chuvosos em relação à Senador Pompeu; e quando o período é de exclusividade de ação do “El Niño”, Piracicaba tem 100%, a mais, de quadrimestres mais chuvosos em relação à Senador Pompeu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRITEMPO disponível em <http://www.agritempo.gov.br>. Acessado em 08 de agosto de 2007.
- BJERKNES, J. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Monthly Weather Review*. Boston, v.97, p.163–172, 1969.
- EPAGRI disponível em <http://ciram.epagri.rct-sc.br:8080/cms/index.jsp>. Acessado em 07 de agosto de 2007.
- GIBBS, W. J. & MAHER, J. V. Rainfall Deciles as Drought Indicators, **Bulletin n.48**, Bureau of Meteorology. Melbourne-Australia, 1967.
- MARQUES, R. M. **Elementos de Estatística**. Campinas, São Paulo: Instituto Central de Matemática. Departamento de Estatística – UNICAMP, 1969.
- PINKAYAN, S. Conditional Probabilities of Occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. **Hidrology Papers**. n.12, Colorado State University, Boulder-Co, 1966.
- WALKER, G. T. Ceará (Brazil) famines and the general air movement. **Beitrait Physic Freinen Atmosphere**. Berlim, v.14, p.88–93, 1928.
- XAVIER, T. M. B, S. **“Tempo de Chuva” – Estudos Climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional**. Fortaleza: ABC Editora, 2001. 478 p.