

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE PERÍODOS SECOS E CHUVOSOS NA REGIÃO DE DOURADOS, MS

Carlos Ricardo Fietz

Mário Artemio Urchei

EMBRAPA-CPAO, Caixa Postal 661, 79804-970, Dourados, MS.

José Antônio Frizzone

Marcos Vinícius Folegatti

ESALQ-USP, Caixa Postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP.

1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na região de Dourados, MS. O estudo, realizado para períodos decendiais, baseou-se em dados diários de precipitação de uma série de 17 anos. As probabilidades de ocorrência foram determinadas utilizando-se cadeias de Markov. Verificou-se que julho e agosto são os meses com a maior probabilidade de ocorrerem períodos consecutivos secos, enquanto a menor probabilidade ocorreu para janeiro e fevereiro. Os terceiros decêndios de julho e de fevereiro são, respectivamente, os que apresentam a maior e a menor probabilidade de ocorrência de veranicos. Em todos os decêndios, a probabilidade de ocorrer períodos consecutivos chuvosos é pequena.

UNITERMOS: Veranico, precipitação, irrigação.

FIETZ, C.R., URCHEI, M.A., FRIZZONE, J.A., FOLEGATTI, M. V.

Probability of occurrence of dry and wet spells in Dourados, MS

2 ABSTRACT

The aim of this work was to determine the probability of occurrence of sequence of dry and wet days at Dourados, Mato Grosso do Sul State. This study was done for intervals of 10 days, based on data rainfall for 17 years. The probabilities of occurrence of dry and wet spells were determined through of Markov chains. The highest probabilities dry spells occurrence happened in July and August, whereas the lowest probabilities occurred in January and February. The highest and lowest probabilities dry and wet spells occurrence happened during the last 10 days of July and February, respectively. The probabilities wet spells occurrence were low in every periods.

KEYWORDS: Sequence of dry days, precipitation, irrigation

3 INTRODUÇÃO

A ocorrência de períodos secos e chuvosos tem importância fundamental para a maioria das atividades agrícolas. Como previsões precisas são ainda inviáveis, principalmente a longo prazo, estimativas probabilísticas desses fenômenos tem grande utilidade, pois possibilitam que muitas práticas culturais e operações agrícolas (como a irrigação, o preparo do solo, a semeadura e a colheita) possam ser planejadas e realizadas de forma racional, diminuindo os riscos de perdas e os custos de produção.

Admitindo-se que a ocorrência de dias secos ou chuvosos está associada com as condições pluviométricas anteriores, pode-se utilizar o modelo probabilístico denominado cadeias de Markov. Haan (1994) definiu cadeias de Markov como um processo estocástico em que o valor X_t , num tempo t , depende somente do valor X_{t-1} , no tempo $t-1$. A idéia básica das cadeias de Markov é relacionar a configuração de um sistema num estágio qualquer àquela ocorrida no estágio imediatamente anterior (Hiller & Lieberman, 1974). Vários trabalhos têm utilizado cadeias de Markov no estudo de períodos secos e chuvosos. Gabriel & Neumann (1962), citados por Sedyama et al. (1978), verificaram que as precipitações de Tel-Aviv, em Israel, ajustaram-se a esse modelo probabilístico, explicando o fenômeno da distribuição de períodos secos, chuvosos e ciclos climáticos. Na Malásia, Robertson (1976) determinou as probabilidades de ocorrência de períodos secos e úmidos, apresentando várias aplicações dos resultados que auxiliam as decisões nas atividades agrícolas. Também Mahajan & Rao (1981), definiram a época ideal de semeadura de arroz na região de Hyderabad, na Índia, utilizando cadeias de Markov.

O objetivo deste trabalho foi determinar a probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na região de Dourados, MS.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo baseou-se em dados diários de precipitação pluviométrica de um período de 17 anos (junho/1979 a maio/1996), coletados na Estação Agrometeorológica da EMBRAPA/CPAO, em Dourados, MS, cujas coordenadas geográficas são: 22° 14'S, 54° 49'W e 452m de altitude.

No estudo, realizado para períodos decêndiais, considerou-se como dias secos aqueles em que a precipitação foi inferior à evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman, de acordo com metodologia apresentada por Fietz et al. (1997). As probabilidades (P) de ocorrerem períodos secos (S) e chuvosos (c) foram estimadas pelas frequências de dias secos (FS), chuvosos (FC), secos precedidos de dias secos (FSS) e chuvosos precedidos de dias chuvosos (FCC), da seguinte forma:

$$P(S) = \frac{FS}{(FS + FC)} \quad (1)$$

$$P(C) = 1 - P(D) \quad (2)$$

$$P(S/S) = \frac{FSS}{FS} \quad (3)$$

$$P(C/S) = 1 - P(S/S) \quad (4)$$

$$P(C/C) = \frac{FCC}{FC} \quad (5)$$

$$P(S/C) = 1 - P(C/C) \quad (6)$$

em que: o símbolo “/” das probabilidades condicionais significa: “dado que o dia anterior foi”.

As probabilidades de ocorrência de períodos consecutivos secos (P(S, S,...,n)) e chuvosos (P(C, C,..., n)) foram determinadas pelas expressões gerais apresentadas por Robertson (1976):

$$P(S, S, \dots, n) = P(S) \times P(S/S)^{n-1} \quad (7)$$

$$P(C, C, \dots, n) = P(C) \times P(C/C)^{n-1} \quad (8)$$

em que: n é o número de dias consecutivos do período.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das probabilidades iniciais P(S), apresentadas na tabela 1, identificou-se os períodos nos quais é esperado o maior número de dias secos, ou seja, os três decêndios de julho e o primeiro e o segundo de agosto (cerca de 90% ou de nove em cada dez dias). Da mesma forma, através da probabilidade P(C), verificou-se que o segundo decêndio de janeiro e o segundo de dezembro apresentam a maior probabilidade de ocorrência de dias chuvosos (cerca de 30% ou de três em cada dez dias).

Com as expressões (7) e (8) e os valores contidos na Tabela 1, pode-se determinar, para todos decêndios, as probabilidades de ocorrência de períodos consecutivos secos ou chuvosos com duração de até dez dias. Assim, por exemplo, a probabilidade de ocorrer um veranico de seis dias no terceiro decêndio de março é de 24,8% (0,791 x 0,793⁵), isto é, em um de cada quatro anos.

Os meses de julho e agosto apresentam maior probabilidade de ocorrer veranicos (Figura 1). A ocorrência de períodos consecutivos secos de dez dias é maior no terceiro decêndio de julho, com probabilidade de 49,6% (0,909 x 0,935⁹) ou em um de cada dois anos. Apesar desse decêndio não apresentar a menor precipitação média, o resultado pode ser atribuído à alta probabilidade condicional P(S/S) do período (93,5%). Pode-se observar também que em janeiro e fevereiro há menor probabilidade de ocorrer períodos consecutivos secos e que o terceiro decêndio de fevereiro e o segundo de dezembro são os períodos com a menor probabilidade de ocorrência de veranicos.

Em todos os decêndios, a probabilidade de ocorrer períodos consecutivos chuvosos é pequena (Figura 1), mesmo naqueles que apresentam as maiores precipitações médias. Assim, por exemplo, no segundo decêndio de março a probabilidade de ocorrência de um período chuvoso contínuo de quatro dias é de apenas 3,1% (0,265 x 0,488³).

Com os valores da Tabela 1 pode-se também determinar as probabilidades de ocorrerem períodos com dias secos e chuvosos. Como exemplo, na Tabela 2 são apresentadas as fórmulas de cálculo e as probabilidades de ocorrência de seqüências de três dias no segundo decêndio de abril. É importante observar que o somatório dessas probabilidades é 1,000, ou seja, 100%.

6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos possibilitam determinar, para todos os decêndios do ano, a probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na região de Dourados. Nos meses de julho e agosto há a maior probabilidade de ocorrerem períodos consecutivos secos, enquanto em janeiro e fevereiro há a menor. Os terceiros decêndios de julho e fevereiro são, respectivamente, os que apresentam a maior e a menor probabilidade de ocorrência de veranicos. Em todos os decêndios, a probabilidade de ocorrência de períodos consecutivos chuvosos é pequena.

Tabela 1. Probabilidade de ocorrência (P) de dias secos (S) e chuvosos (C) na região de Dourados, MS, calculada com observações do período de junho/1979 a maio/1996.

Decêndio	Precipitação média (mm)	Probabilidade					
		Inicial		Condicional			
		P(S)	P(C)	P(S/S) ¹	P(C/S)	P(C/C)	P(S/C)
Janeiro							
01-10	42,3	0,782	0,218	0,815	0,185	0,343	0,657
11-20	60,4	0,676	0,324	0,768	0,232	0,500	0,500
21-31	47,6	0,743	0,257	0,748	0,252	0,273	0,727
Fevereiro							
01-10	40,1	0,722	0,278	0,764	0,236	0,383	0,617
11-20	44,4	0,724	0,276	0,744	0,256	0,327	0,673
21-28	36,0	0,721	0,279	0,710	0,290	0,250	0,750
Março							
01-10	39,3	0,729	0,271	0,770	0,230	0,375	0,625
11-20	59,3	0,735	0,265	0,811	0,189	0,488	0,512
21-31	46,3	0,791	0,209	0,793	0,207	0,214	0,786
Abril							
01-10	34,3	0,835	0,165	0,837	0,163	0,172	0,828
11-20	50,6	0,765	0,235	0,799	0,201	0,361	0,639
21-30	33,8	0,847	0,153	0,880	0,120	0,321	0,679
Mai							
01-10	27,1	0,824	0,176	0,856	0,144	0,323	0,677
11-20	52,7	0,735	0,265	0,783	0,217	0,415	0,585
21-31	45,1	0,786	0,214	0,853	0,147	0,432	0,568
Junho							
01-10	29,4	0,805	0,195	0,846	0,154	0,364	0,636
11-20	18,9	0,882	0,118	0,899	0,101	0,238	0,762
21-30	20,2	0,841	0,159	0,895	0,105	0,444	0,556
Julho							
01-10	18,0	0,888	0,112	0,908	0,092	0,278	0,722
11-20	10,8	0,912	0,088	0,916	0,084	0,133	0,867
21-31	19,2	0,909	0,091	0,935	0,065	0,316	0,684
Agosto							
01-10	13,9	0,900	0,100	0,903	0,097	0,133	0,867
11-20	13,4	0,888	0,112	0,932	0,068	0,409	0,591
21-31	20,3	0,882	0,118	0,917	0,083	0,444	0,556
Setembro							
01-10	41,3	0,800	0,200	0,895	0,105	0,541	0,459
11-20	32,8	0,841	0,159	0,869	0,131	0,320	0,680
21-30	32,6	0,824	0,176	0,843	0,157	0,267	0,733
Outubro							
01-10	54,8	0,788	0,212	0,807	0,193	0,286	0,714
11-20	52,1	0,741	0,259	0,791	0,209	0,415	0,585
21-31	47,0	0,802	0,198	0,830	0,170	0,300	0,700
Novembro							
01-10	61,1	0,741	0,259	0,756	0,244	0,302	0,698
11-20	44,4	0,788	0,212	0,806	0,194	0,278	0,722
21-30	54,4	0,788	0,212	0,815	0,185	0,300	0,700
Dezembro							
01-10	53,1	0,765	0,235	0,812	0,188	0,405	0,595
Continuação da Tabela 1							
11-20	67,3	0,688	0,312	0,737	0,263	0,423	0,577
21-31	52,6	0,749	0,251	0,812	0,188	0,429	0,571

¹O símbolo “/” significa: “dado que o dia anterior foi”.

Tabela 2. Probabilidade de ocorrência de seqüências possíveis de dias secos (S) e chuvosos (C) de três dias, no segundo decêndio de abril, na região de Dourados, MS.

Dias secos	Seqüência	Fórmula	Probabilidade de ocorrência
3	S,S,S	$P(S)XP(S/S)XP(S/S)$	$(0,765 \times 0,799 \times 0,799) = 0,488$
2	C,S,S	$P(C)XP(S/C)XP(S/S)$	$(0,235 \times 0,639 \times 0,799) = 0,120$
2	S,C,S	$P(S)XP(C/S)XP(S/C)$	$(0,765 \times 0,201 \times 0,639) = 0,098$
2	S,S,C	$P(S)XP(S/S)XP(C/S)$	$(0,765 \times 0,799 \times 0,201) = 0,123$
1	C,C,S	$P(C)XP(C/C)XP(S/C)$	$(0,235 \times 0,361 \times 0,639) = 0,054$
1	C,S,C	$P(C)XP(S/C)XP(C/S)$	$(0,235 \times 0,639 \times 0,201) = 0,030$
1	S,C,C	$P(S)XP(C/S)XP(C/C)$	$(0,765 \times 0,201 \times 0,361) = 0,056$
0	C,C,C	$P(C)XP(C/C)XP(C/C)$	$(0,235 \times 0,361 \times 0,361) = 0,031$

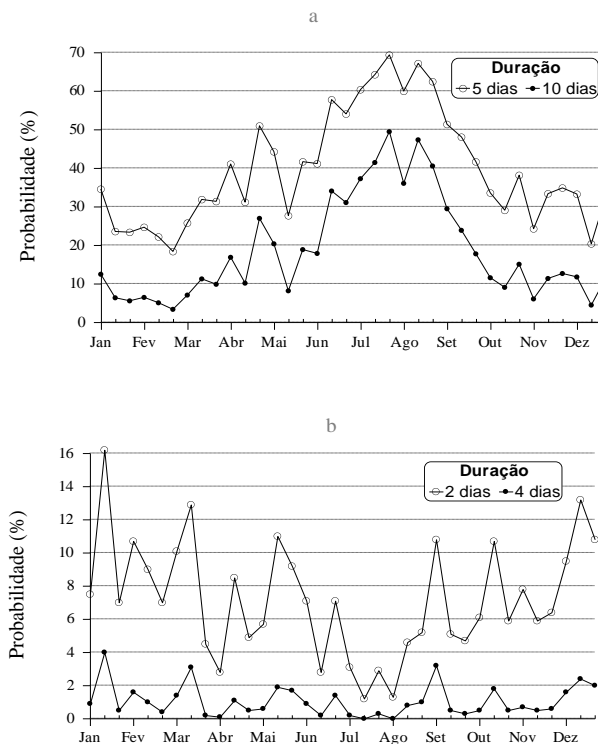


Figura 1. Probabilidade de ocorrência de períodos consecutivos secos (a) e chuvosos (b) na região de Dourados, MS, calculada com observações do período de junho/1979 a maio/1996.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FIETZ, C.R., et al. Probabilidade de ocorrência da evapotranspiração de referência na região de Dourados, MS. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 207-210, 1997.
- HILLER, F.S., LIEBERMAN, G. Stochastic process. In: *Operations research*. Holden-Day: San Francisco, 1974. p. 350-378.

- MAHAJAN, R.K., RAO, A.V. Note on probability approach to study the occurrence of rainfall at Hyderabad. *Indian J. Agric. Sci.*, v. 51, n. 1, p. 62-5, 1981.
- ROBERTSON, G.W. *Dry and wet spells*. Project Field Report Agrometeorology A-6. UNDP/FAO Technical Assistance to the Federal Land Development Authority. Tun Razak Agriculture Reserch Centre. Jerantut, Pahang, Malaysia. 30p. 1976.
- SEDIYAMA, G.C. et al. Simulação de parâmetros climáticos para a época de crescimento das plantas. *Rev. Ceres*, v. 25, n. 141, p. 455-66, 1978.