

# OCORRÊNCIA CONDICIONAL DE DIAS CHUVOSOS PARA A REGIÃO DE RIO LARGO, ALAGOAS

ANDRÉ LUIZ DE CARVALHO<sup>1</sup>, JOSÉ LEONALDO DE SOUZA<sup>2</sup>

1 - Doutorando em Tecnologias Energéticas e Nucleares, Departamento de Energia Nuclear, UFPE, Recife – PE, [del.andre2@hotmail.com](mailto:del.andre2@hotmail.com);  
2 – Meteorologista, Prof. Associado Lab. de Agrometeorologia e Radiometria Solar, Inst. de Ciências Atmosféricas, UFAL, Maceió – AL.

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

**RESUMO:** Este trabalho objetivou analisar a probabilidade de ocorrência de dias chuvosos no município de Rio Largo, Alagoas. A série de 30 anos de dados de precipitação pluvial diária (1973 – 2002) foi obtida na estação convencional (9°28'S, 35° 49'W, 127m) do Centro de Ciências Agrárias (CECA) localizada no Centro de Ciências Agrárias (CECA) situado em Rio Largo pertencente a Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Na determinação das ocorrências de dias chuvosos utilizou-se a cadeia de Markov de 1° ordem que se baseia na ocorrência condicional de um dia chuvoso através da informação do dia anterior (seco ou chuvoso). O dia chuvoso foi determinado como o dia como precipitação igual ou superior a 1 mm. As análises dos dias chuvosos foram realizadas com o auxílio do aplicativo *Instat Climatic* (STERN et al., 2005). As análises mostraram que os dias chuvosos com o dia anterior chuvosos apresentaram maiores ocorrências variando de 40 a 80% e os dias chuvosos com o dia anterior seco variou de 10 a 60%. Julho foi o mês mais chuvoso com 23 dias (chuvoso/chuvoso) e 4 (seco/chuvoso) com um total de 338,4 mm e Novembro foi o mês mais seco com apenas 1 dia chuvoso (seco/chuvoso) e precipitação total de 1 mm.

**PALAVRAS-CHAVE:** cadeia de Markov, precipitação pluvial e Instat climatic

**ABSTRACT:** This study objective to analyze the probability of rainy days occurrence in Rio Largo, Alagoas. A series of 30 years of daily rainfall data (1973-2002) was obtained in the conventional station (9 ° 28'S, 35 ° 49'W, 127m) of the Agricultural Science Center (CECA) located in the Agricultural Science Center (CECA) in Rio Largo belonging to the Federal University of Alagoas (UFAL). In determining the occurrence of rainy days, we used the first order of the Markov chain based on the occurrence of a rainy day through information from the previous day (dry or wet). The rainy day was determined as days with rainfall similar or upper than 1 mm. Analyses of rainy days were done with Instat Climatic application (STERN et al., 2005). The analysis showed that the rainy days with rainy days earlier had higher occurrences ranging from 40 to 80%, and rainy days with the previous dry days ranged from 10 to 60%. July was the wettest month with 23 days (wet / rainy) and only 4 (dry / wet) with a total of 338.4 mm and November was the driest month with only 1 rainy day (dry / wet) and total precipitation 1 mm.

**KEYWORDS:** instat climatic, rainfall and Markov chain.

**INTRODUÇÃO:** A precipitação pluvial está diretamente relacionada com o rendimento final das culturas agrícolas e sua variação durante o ano, associado a outros fatores, pode provocar

perdas na produtividade final das culturas (MORAIS et al., 2001). Além da distribuição e a irregularidade da chuva, no tempo e no espaço, outra característica climática que afeta uma região é a transição entre períodos secos e chuvosos. Essa transição provoca notável mudança no clima, principalmente, em regiões tropicais (KELLER FILHO et al., 2006). Vários modelos são utilizados para realizar análises das ocorrências de períodos secos e chuvosos. Porém, um dos mais utilizados, tanto no Brasil como no mundo, é a cadeia de Markov. Esse método usa a informação do dia anterior (seco ou chuvoso) para fornecer o prognóstico sobre a possível ocorrência de um dia ser seco ou chuvoso em uma determinada região, além de, fornecer informações sobre possíveis ocorrências de longos períodos secos (STERN et al., 1982). Modelos que realizam simulações possibilitaram maiores retornos econômicos para os produtores rurais, com o uso de alternativas de datas de semeadura, aplicação de nitrogênio, densidade de plantas e híbridos em relação às fases do ENOS (BERLATO et al., 2005). O objetivo desse trabalho foi analisar a ocorrência condicional de dias chuvosos baseados no dia anterior ser seco ou chuvoso.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Neste trabalho analisou-se a ocorrência de dias chuvosos através da cadeia de Markov. Os dados de precipitação pluvial diária (1973 – 2008) foram obtidos na estação agrometeorológica convencional localizada (9°28'S, 35° 49'O, 127m), no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), situado no município de Rio Largo. O município de Rio Largo, localizado na Região Metropolitana de Maceió, possui clima quente e úmido, com moderada deficiência de água no verão e grande excesso hídrico no inverno. A cadeia de Markov é a principal ferramenta estatística utilizada em análises de ocorrência de precipitação pluvial diária sendo importante na avaliação da transição entre dias secos e chuvosos (KELLER FILHO et al., 2006). O dia foi caracterizado como chuvoso quando a precipitação foi igual ou superior a 1 mm. A cadeia de Markov de 1° ordem utiliza a informação do dia anterior para fornecer as chances de ocorrer um dia seco ou chuvoso (STERN, 1982). Essa metodologia considera que a quantidade de precipitação que ocorre em um determinado dia é um evento estocástico e depende da probabilidade de o dia anterior ser seco (P\_SC) ou chuvoso (P\_CC). Cada ano (Q<sub>i</sub>) pode ser descrito com uma sequência de dias secos (x<sub>j</sub> = 0) ou chuvosos (x<sub>j</sub> = 1) como:

$$Q_i = \{x_1, x_2, \dots, x_{j-1}, x_j\}, \text{ para}$$

$$Q_i = \{1, 2, 3, \dots, i-1, i\}$$

em que, i é o número de anos e j é o número de dias do ano. A probabilidade para um dia ser chuvoso após um dia seco será calculada pela seguinte equação:

$$P(SC) = \text{prob}(x_i = 1, x_i = 0) = \frac{\sum_{Q=1}^{Q=i} (x_j = 1, x_{j-1} = 0)}{\sum_{Q=1}^{Q=i} (x_{j-1} = 0)}$$

Para calcular a probabilidade de um dia chuvoso seguido de um dia chuvoso é utilizado a seguinte equação:

$$P(CC) = \text{prob}(x_i = 1, x_i = 1) = \frac{\sum_{Q=1}^{Q=i} (x_j = 1, x_{j-1} = 1)}{\sum_{Q=1}^{Q=i} (x_{j-1} = 1)}$$

Essa metodologia geralmente utiliza-se de programas computacionais como o aplicativo *Instat Climatic* que foi utilizado para ajustar e testar a eficiência de ajuste da cadeia de

Markov com dados de precipitação diária (STERN et al., 2005). Os dados foram agrupados em períodos de cinco dias e para cada período determinou-se a média aritmética da série. Esse ajuste teve como objetivo melhorar a análise do gráfico devido a grande quantidade de dados diários.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A análise da ocorrência de dias chuvosos mostrou que as chances de ocorrer uma transição de dias secos para dias chuvosos são baixas apresentando pequena variação anual (Figura 1. b). As ocorrências não foram superiores a 40 dias nos 36 anos e sua probabilidade percentual (probabilidade ajustada) variou de 10 a 60% (Figura 2.b). Porém, as chances de ocorrer uma sequencia de dois dias chuvosos foram mais acentuadas, principalmente entre abril e agosto nas quais as ocorrências chegaram a valores próximos a 120 dias (Figura 2.a) e probabilidade percentual variando de 40 a 80% (Figura 1.a). Já era esperada maior ocorrência de dias chuvosos consecutivos entre esses meses devido a presença da estação chuvosa que aumenta as ocorrências de precipitação nessa região. Na figura 3 podem ser observadas as probabilidades ajustadas das ocorrências condicionais de dias chuvosos (seco ou chuvoso). Os dias chuvosos com o dia anterior chuvoso apresentaram maiores ocorrências, sendo a diferença de 20 a 30%. A diferença entre dias chuvosos com o dia anterior seco ou chuvoso também pode ser observado para o ano de 2008 na Tabela 1. Os meses entre abril e agosto tiveram 84 ocorrências de dias chuvosos com o dia anterior chuvoso e apenas 23 dias chuvosos com o dia anterior seco, sendo a precipitação total de 964,7 e 208,2 mm, respectivamente. Julho foi o mês que obteve maiores ocorrência de dias chuvosos, sendo 23 dias (chuvoso/chuvoso) e 4 (seco/chuvoso) com um total de 338,4 mm. Novembro foi o mês mais seco com apenas 1 dia chuvoso (seco/chuvoso) e precipitação total de 1 mm. As análises de dias chuvosos condicionais são importantes para determinar períodos de maior disponibilidade hídrica e também para verificar a ocorrência de longos períodos secos que podem provocar redução na produtividade final das culturas agrícolas caso ocorra em fases nas quais as plantas necessitam de maior quantidade de água disponível. Segundo Carvalho (2009) a região de Rio Largo apresenta maiores ocorrências para períodos secos de dois dias nos meses mais chuvosos.

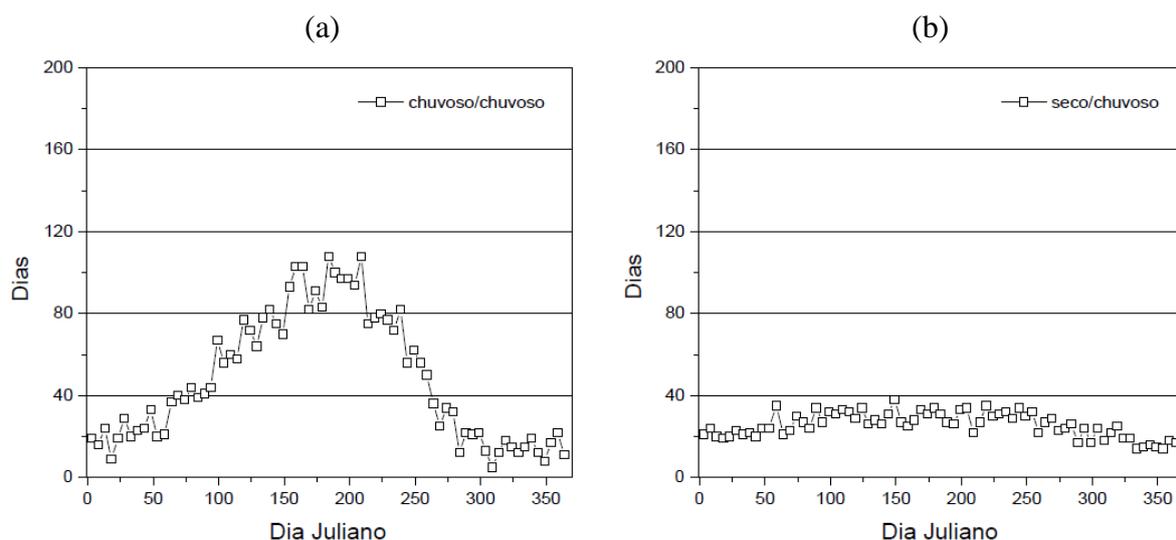


Figura 1. Total de dias chuvosos: (a) dia anterior chuvoso e (b) dia anterior seco, em grupos de cinco dias no período de 1973 – 2008 em Rio Largo, Alagoas.

(a)

(b)

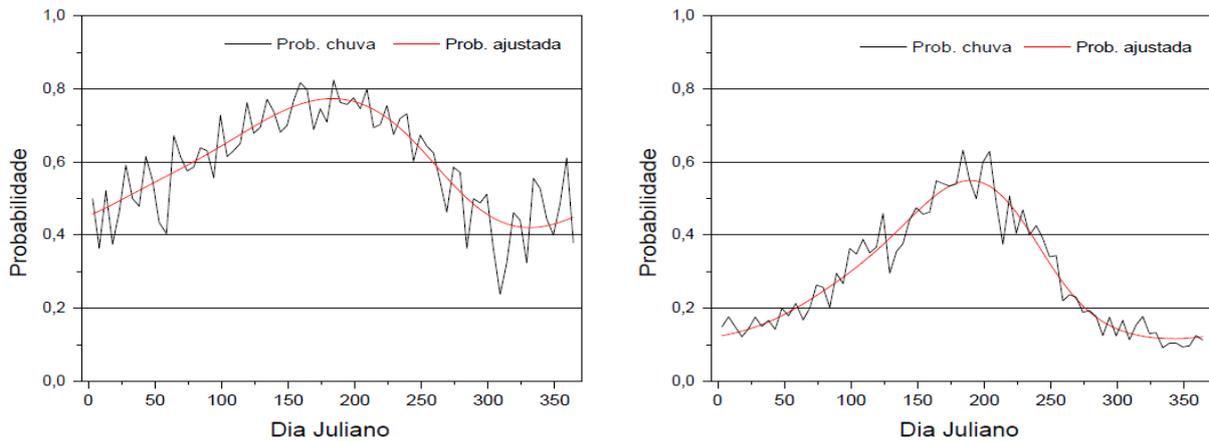


Figura 2. Probabilidade observada e ajustada da ocorrência de dias chuvosos: (a) dia anterior chuvoso e (b) dia anterior seco, em grupos de cinco dias no período de 1973 – 2008 em Rio Largo, Alagoas.

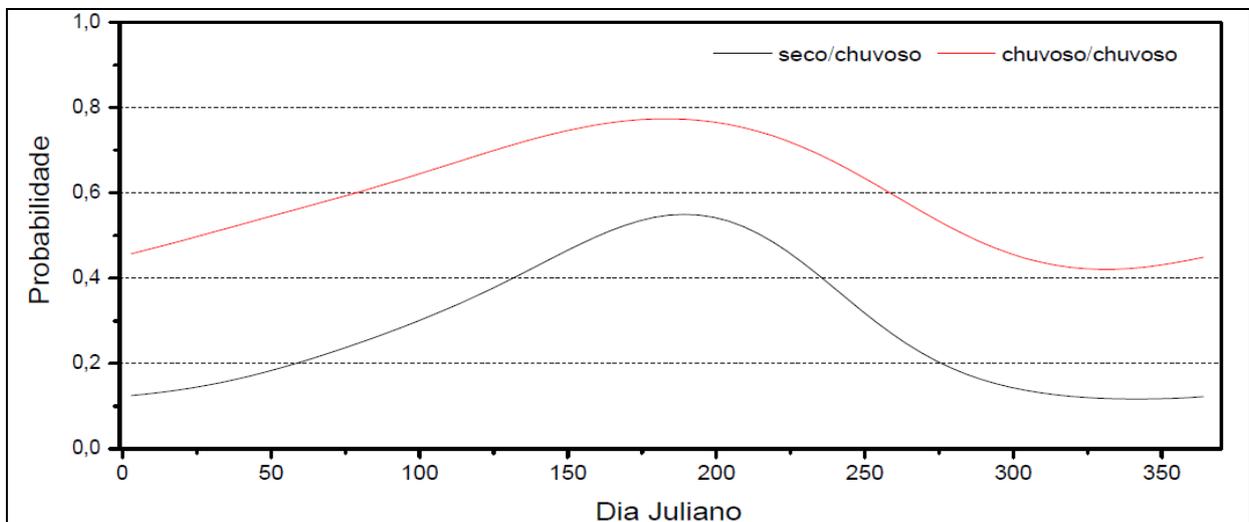


Figura 3. Comparação entre as probabilidades ajustadas das ocorrências de dias chuvosos com dia anterior chuvoso e dias chuvosos com dia anterior seco em grupos de cinco dias no período de 1973 – 2008 em Rio Largo, Alagoas.

Tabela 1. Total condicional de dias chuvosos (chuvoso/seco e chuvoso/chuvoso) e precipitação total pela aplicação da cadeia de Markov de 1º ordem a 1 mm de precipitação pluvial para o ano de 2008 na região de Rio Largo, Alagoas.

| Mês       | chuvoso/seco | chuvoso/chuvoso | Prec. tot. chuvoso/seco | Prec. tot. chuvoso/chuvoso |
|-----------|--------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|
| Janeiro   | 4            | 3               | 13,4                    | 7,6                        |
| Fevereiro | 3            | 2               | 68,6                    | 1,0                        |
| Março     | 6            | 12              | 87,7                    | 136,6                      |
| Abril     | 6            | 4               | 60,7                    | 29,2                       |
| Maio      | 4            | 20              | 54,4                    | 347,2                      |
| Junho     | 5            | 18              | 36,1                    | 97,1                       |
| Julho     | 4            | 23              | 36,5                    | 301,9                      |
| Agosto    | 4            | 19              | 20,5                    | 189,3                      |
| Setembro  | 4            | 4               | 15,5                    | 49,0                       |
| Outubro   | 3            | 4               | 9,3                     | 27,4                       |
| Novembro  | 1            | 0               | 1,0                     | 0,0                        |
| Dezembro  | 1            | 2               | 1,0                     | 5,5                        |

**CONCLUSÕES:** Constatou-se que as ocorrências condicionais de dias chuvosos com o dia anterior chuvoso foi maior durante todo o ano, principalmente entre os meses de abril e agosto. Já a transição entre dias secos e chuvosos ocorreu com baixa intensidade e sem grande variação anual. Julho foi o mês com maiores ocorrências de dias chuvosos consecutivos e novembro o mês com a menor ocorrência de dias chuvosos.

**AGRADECIMENTOS:** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Berlato, M. A.; Farenzena, H.; Fontana, D. C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-Br, v. 40, n. 5, p. 423-432, 2005.

Carvalho, A. L.; Souza, J. L.; Lyra, G. B.; Porfirio, A. C. S.; Ferreira Junior, R. A.; Santos, M. A.; Wanderley, H. S. Probabilidade de Ocorrência de Períodos Secos para a Região de Rio Largo, Alagoas. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, XVI, Belo Horizonte-MG, **Anais....(CD-Rom)**, 2009.

Keller Filho, T.; Zullo Junior, J.; Lima, P. R. S. R. Análise da Transição entre Dias Secos e Chuvosos Usando Cadeias de Markov de Terceira Ordem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 9, p. 1341-1349, 2006.

Morais, A. R.; Botelho, V. A. V. A.; Carvalho, L. G.; Muniz, J. A.; Lage, G. Estimativa da precipitação provável em Lavras (MG) através da distribuição Gama. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.2, p. 305-310. 2001.

Stern, R. D.; Dennett, M. D.; Dale, I. C. Analysing rainfall measurements to give agronomically useful results. II. Modelling approach. **Exp. Agric.**, v. 18, p. 237-253. 1982b.

Stern, R. D.; Rijks, D.; Dale, I.; Knock, J. **Instat Climatic Guide**. P. 325. Oct. 2005.