

MODELAGEM ESTOCÁSTICA DA SEQUÊNCIA DE DIAS SECOS EM SINOP, MT

MARIONEI FOMACA DE SOUSA JUNIOR¹, EDUARDO MORGAN ULIANA², LUANA LISBOA³, ESTEVÃO MORGAN ULIANA⁴

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, UFMT, (66) 99656-6637, mariofomacajr@gmail.com

² Doutor em Engenharia Agrícola, UFMT, (66) 99600-7681, morganuliana@gmail.com

³ Doutora em Engenharia Agrícola, CPRM, luana.lisboa@cprm.gov.br

⁴ Graduando em Agronomia, Instituto Federal do Espírito Santo, estevao.morgan@gmail.com

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: O conhecimento do número de dias secos consecutivos em uma região permite fazer o planejamento das atividades agrícolas, visto que sua variabilidade confere riscos relevantes às atividades do agronegócio. O objetivo do trabalho foi quantificar o número de dias secos consecutivos associados a diferentes períodos de retorno para o município de Sinop, MT. Foi utilizada uma série histórica de precipitação de 30 anos e para determinação da probabilidade de ocorrência de dias secos utilizou-se o modelo de cadeias de Markov. As sequências de dias secos mensais, calculadas com o modelo, apresentaram aderência aos dados observados, com exceção para os meses de junho, julho e agosto. Esse resultado era esperado visto que não ocorrem chuvas nesse período, fazendo com que a sequência de dias secos consecutivos seja igual ao número de dias do mês. Geralmente o vazão sanitário em Mato Grosso termina durante a segunda quinzena de setembro, no entanto, os resultados desse estudo sugerem que o plantio pode sofrer consequências da persistência de dias secos que ocorre nesse mês e em outubro. Os resultados do trabalho permitem concluir que é possível quantificar o número de dias secos consecutivos com cadeias de Markov, possibilitando o gerenciamento de riscos das atividades agrícolas. **PALAVRAS-CHAVE:** cadeias de markov, planejamento agrícola, precipitação

STOCHASTIC MODELING OF SEQUENCE OF DRY DAYS IN SINOP, MT

ABSTRACT: Knowledge of the number of consecutive dry days in a region allows the planning of agricultural activities, since their variability confers risks relevant to agribusiness activities. The objective of this work was to quantify the number of consecutive dry days associated to different return periods for the municipality of Sinop, MT. A 30-year historical precipitation series was used and the Markov chain model was used to determine the probability of occurrence of dry days. The sequences of monthly dry days, calculated with the model, showed adherence to the observed data, except for the months of June, July and August. This result was expected since no rainfall occurred during this period, making the sequence of consecutive dry days equal to the number of days of the month. Generally the sanitary emptiness in Mato Grosso ends during the second half of September, however, the results of this study suggest that the planting can suffer consequences of the persistence of dry days that occurs in that month and in October. The results of the work allow us to conclude that it is possible to quantify the number of consecutive dry days with Markov chains, allowing the risk management of agricultural activities.

KEYWORDS: markov chains, agricultural planning, precipitation

INTRODUÇÃO: O déficit hídrico afeta o crescimento e desenvolvimento das plantas. Embora seja uma situação comum, causa impactos negativos alterando o comportamento vegetal, cujo impacto depende da duração, severidade, estágio de desenvolvimento e genótipo da planta (SANTOS &

CARLESSO, 1998), resultando em perdas de produtividade e econômicas. Mesmo em períodos climatologicamente favoráveis, se o déficit hídrico ocorrer em períodos críticos do desenvolvimento vegetal pode haver redução do rendimento da planta (BERGAMASCHI et al., 2004). Andrade et al. (2009) afirmam que estimativas do déficit hídrico a longo prazo são ainda inviáveis, tornando as estimativas probabilísticas de grande importância, permitindo que as atividades agrícolas, como aplicação de defensivos, semeadura, colheita e uso de máquinas agrícolas sejam melhor planejadas. Uma das formas de se estimar o período de dias secos consecutivos é por meio da cadeia de Markov. Este modelo está embasado na premissa de que a probabilidade de ocorrência de um dia chuvoso depende apenas das condições dos dias anteriores, isto é seco ou chuvoso. Os parâmetros do modelo são duas probabilidades condicionais, P_0 e $(1-P_1)$, onde P_0 é a probabilidade de um dia ser chuvoso dado que o anterior foi seco e $(1-P_1)$ é a probabilidade de um dia ser seco dado que o anterior foi chuvoso (Weiss, 1994). Com base nas informações expostas, o objetivo do trabalho foi quantificar o número de dias secos consecutivos associados a diferentes períodos de retorno (T) para o município de Sinop, MT.

MATERIAL E MÉTODOS: Foi utilizada série histórica de 30 anos da estação pluviométrica localizada no município de Sinop, Mato Grosso (latitude $-11,6531^\circ$ e longitude $-55,7017^\circ$), pertencente à Agência Nacional de Águas. Para determinação do número de dias secos consecutivos associados a diferentes períodos de retorno utilizou-se o modelo de cadeias de Markov. O dia foi considerado seco quando ocorreu precipitação menor ou igual a 5 mm. Foram calculadas as probabilidades condicionais P_0 e $(1-P_1)$, onde P_0 é a probabilidade de um dia ser chuvoso dado que o anterior foi seco e $(1-P_1)$ é a probabilidade de um dia ser seco dado que o anterior foi chuvoso. A aderência do modelo à série de dados foi verificada com o teste qui-quadrado ao nível de 5% de significância. O número de dias secos consecutivos associados a diferentes períodos de retorno foi estimado empregando as probabilidades condicionais conforme a Equação 1 proposta por Weiss (1964).

$$T_d = \frac{1-p_1+p_0}{s p_0(1-p_0)(1-p_0)^n} \quad (1)$$

em que: P_0 é a probabilidade de um dia ser chuvoso dado que o anterior foi seco; $(1-P_1)$ é a probabilidade de um dia ser seco dado que o anterior foi chuvoso; s o número de dias secos consecutivos; e n o número de dias do mês.

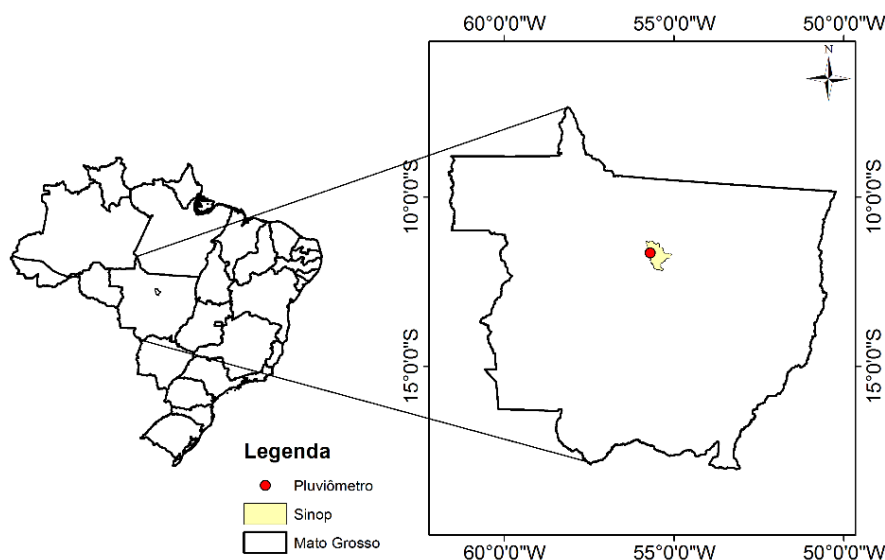


FIGURA 1. Mapa com a localização da estação pluviométrica 01155000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1 apresenta os números de dias secos consecutivos associados aos períodos de retorno de 2, 4 e 10 anos para a estação pluviométrica 01155000.

TABELA 1. Número de dias secos consecutivos associados a diferentes períodos de retorno (T) para Sinop – MT.

T (anos)	Número de dias secos consecutivos											
	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2	5	5	7	11	21	-	-	-	16	9	2	5
4	6	7	9	14	31	-	-	-	22	12	3	7
10	8	9	12	18	31	-	-	-	30	16	4	9

As sequências de dias secos mensais, calculadas com o modelo de Markov, apresentaram aderência às observadas, com exceção para os meses de junho, julho e agosto. Esse resultado era esperado visto que não ocorrem chuvas nesse período, fazendo com que a sequência de dias secos consecutivos seja igual ao número de dias do mês, o que, de acordo com Fidelis et al. (2003), é a principal problemática na aplicação do sistema de plantio direto na região, dada a dispendiosidade da manutenção da cobertura do solo. Para T= 2 anos a sequência de dias secos consecutivos variou entre 5 e 7 dias no período de janeiro a março, 9 e 16 dias nos meses de abril, setembro e outubro, e 2 e 5 dias para novembro e dezembro. Já para T= 4 anos a sequência de dias secos consecutivos variou entre 6 e 9 dias nos meses de janeiro a março, 12 e 22 dias nos meses de abril, setembro e outubro, e 3 e 7 dias para novembro e dezembro. Por fim, para T= 10 anos a sequência de dias secos consecutivos variou entre 8 e 12 dias no período de janeiro a março, 16 e 30 dias para abril, setembro e outubro, e 4 e 9 dias para novembro e dezembro. Verifica-se que a quantidade de dias secos consecutivos em Sinop é menor nos meses de novembro e dezembro e maior nos meses de abril, setembro e outubro. De acordo com Dallacort (2011), essa oscilação da precipitação impõe uma série de problemáticas aos agricultores da região, podendo provocar variações de custo e rendimento da produção. Geralmente o vazio sanitário em Mato Grosso termina durante a segunda quinzena de setembro, no entanto, os resultados desse estudo sugerem que o plantio pode sofrer consequências da persistência de dias secos que ocorre nesse mês e em outubro. Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que o número de dias secos consecutivos pode ser quantificado via cadeias de Markov.

CONCLUSÕES: Os resultados do trabalho permitem concluir que é possível quantificar o número de dias secos consecutivos com cadeias de Markov, possibilitando o gerenciamento de riscos das atividades agrícolas. Além disso, a persistência de dias secos em Sinop nos meses de abril, setembro e outubro é maior do que no período de novembro a março.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa e a Universidade Federal de Mato Grosso pela concessão da bolsa de PIBIC do primeiro autor.

REFERÊNCIAS:

- ANDRADE, A. R. S.; FREITAS, J.C.; BRITO, J.I.B.; GUERRA, H.O.C; XAVIER, J.F. Aplicação da probabilidade condicional e do processo de cadeia de Markov na análise de ocorrência de períodos secos e chuvosos para o município de Garanhuns, PE, Brasil. *Ambi-Água*, v. 4, n. 1, p. 169-182, 2009.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.831-839, 2004.
- DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P.L.F.; COLETTI, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 33, n.2, p. 193-200, 2011.
- FIDELIS, R. R.; ROCHA, R. N. C.; LEITE, U. T.; TANCREDI, F. D. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. *Bioscience Journal*, v. 19, n. 1, p. 23-31, 2003.

SANTOS, R. F., CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 2287-294, 1998.

WEISS, L. L. Sequences of Wet or Dry Days Described by a Markov Chain Probability Model. **Monthly Weather Review**, v. 92, n.4, p. 169-176, 1964.