

ANÁLISE HARMÔNICA DAS CHUVAS NOS MESES DE SETEMBRO E OUTUBRO EM VIÇOSA – MG

Sílvia N. Monteiro Yanagi¹, Olívio B. Sacramento Neto², Tadayuki Yanagi Junior³, José L. C. Silva Júnior⁴.

ABSTRACT - Precipitation study is important to plan the agricultural activities, providing better predictions and reliable decision make. The aim of this work was to study the variance of the monthly rainfall data, from 1924 to 2001, observed during the months September and October through harmonic analysis, for Viçosa County, Minas Gerais State. Fisher and Cochran homogeneity tests were applied to the original data at the level of 5% of probability before the application of the harmonic analysis. Histograms showed the rainfall distribution throughout the 78 years with the standard deviations. In this work was emphasize the importance of the harmonics in the variance analysis of the rainfall data, showing a well fit of the model ($r^2 = 0,9941$ and $0,0031$).

INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos mais importantes para o meio ambiente, em especial na atividade agrícola, onde possui influência no desenvolvimento e no crescimento dos vegetais, assim como em todas as atividades humanas. O estudo desta variável torna-se relevante no planejamento de atividades agrícolas, permitindo previsões com melhores aproximações e decisões mais confiáveis. Aplicações de modelos matemáticos e de modelos estatísticos têm sido bastante utilizadas para explicar o comportamento dos fenômenos que ocorrem na natureza, em particular na agricultura. A estatística é uma parte da matemática aplicada que fornece métodos para a coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados (Assis, 1996; Crespo, 1991; Toledo e Ovalle, 1989).

A estação primavera que se inicia em 22 de setembro é caracterizada pelo aumento da temperatura e variações bruscas nas condições climáticas em grande parte do Brasil. Na Região Sudeste, particularmente, inicia-se o período chuvoso, devido, principalmente, a maior frequência de sistemas frontais, e dependendo da intensidade da frente fria, pode aumentar também a possibilidade de temporais, trovoadas, vendavais e queda de granizo.

A partir de uma série longa de observações (1924 a 2001), pretende-se verificar se o comportamento das chuvas nos meses de setembro e outubro (parte da estação primavera) foi afetado marcadamente pelo efeito dos últimos anos. Portanto, o trabalho tem como objetivo modelar as chuvas dos respectivos meses por meio da análise harmônica.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos da Estação Meteorológica pertencente ao INMET, localizada no campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), situada a latitude de 20°25'S, longitude 42°52'W e altitude de 657 m. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata no Estado de Minas Gerais (20°45' S e 40° 38' W) e apresenta uma precipitação total média anual de 1266,58 mm. Neste trabalho foram utilizados dados de precipitação pluviométrica para os

meses de setembro e outubro, correspondendo a estação primavera, durante 78 anos (1924 a 2001).

Foram realizados testes de homogeneidade de variâncias (teste de Cochran) e de normalidade (teste de Fisher), antes de submetidos à análise harmônica. (Amaral, 1968).

A análise de Fourier (ou análise harmônica) é uma das aplicações mais importantes das técnicas analíticas, desenvolvidas por Fourier, representam uma função por uma soma de funções periódicas (senos e cossenos). Esse método permite estudar as características das séries e aumentar a possibilidade de análise por meio de uma variante metodológica que seria o espectro de potência. Esse método supõe que a série consiste em um número infinito de oscilações sobre um domínio contínuo de longitudes de onda (Morettin e Tolo, 1986).

$$T(z,t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega t - \delta_n)$$

em que, ω é a frequência angular, $A_n^2 = a_n^2 + b_n^2$ e

$\delta_n = \arctg \frac{b_n}{a_n}$ são a amplitude e a fase, e a_n e

b_n são os parâmetros cujas estimativas são obtidas pelas expressões abaixo:

$$a_n = \frac{2}{M} \sum_{t=1}^M T_i \cos n\omega t_i \quad \text{e} \quad b_n = \frac{2}{M} \sum_{t=1}^M T_i \sin n\omega t_i$$

em que, n é número de harmônio, t_i é o tempo (0 a 77) e M é o número de pontos no sub-intervalo (a,b), $M=78$. Neste trabalho foram considerados 39 harmônios ajustados pela série de Fourier mencionada acima.

A porcentagem que cada harmônio representa em relação à variância observada é:

$$(\%)_{ob} = \frac{S_n^2}{S_{ob}^2} \quad \text{e} \quad (\%)S_{ac}^2 = \sum_{n=1}^J S_n^2 (\%)$$

em que S_{ob}^2 e $S_n^2 = \frac{A_n^2}{2}$ são as variâncias dos dados

observados e de cada harmônio. S_{ac}^2 é a porcentagem acumulada da variância observada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes de normalidade de Fisher e de homogeneidade de Cochran para os dados originais mostraram-se altamente significativos ao nível de 5% de probabilidade.

A Figura 1 mostra a distribuição anual de precipitação para Viçosa-MG no período de 1924 a 2001, onde se observa nitidamente um período chuvoso que vai de outubro a março, sendo dezembro e janeiro os meses que mais chove, e um período seco de abril a setembro, sendo junho e julho os meses mais secos, apresentando uma média anual de 1267 mm.

¹ Doutoranda do curso de Meteorologia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa –UFV (smonteiro@vicosa.ufv.br)

² Mestre em Meteorologia Agrícola - Sistema de Proteção da Amazônia - SIPAM (osacramento@be.sivam.gov.br)

³ Professor, Dr. – Universidade Federal de Lavras – UFLA (yanagi@ufla.br)

⁴ Doutorando do curso de Meteorologia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa –UFV (jlcabral@vicosa.ufv.br)

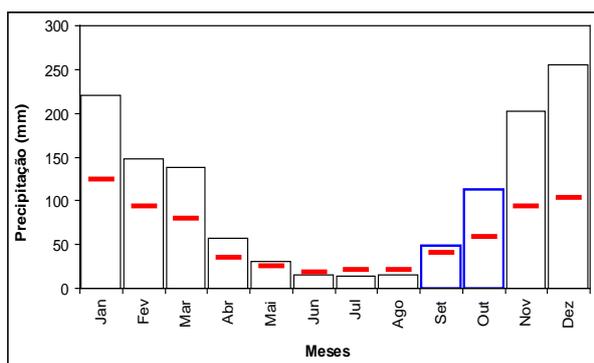


Figura 1. Distribuição anual de precipitação para Viçosa – MG. Dados do período 1924 – 2001. (–) representa o desvio padrão)

A Figura 2 mostra a contribuição dos harmônicos no ajuste da série de Fourier aos dados originais, ou seja, uma importância dos harmônicos para explicar a variância dos dados observados, onde se verifica um bom ajuste da série de Fourier aos dados observados. A variância acumulada dos harmônicos é de 1004,59% que significa a variância da Série de Fourier estimada. Pode se observar ainda, uma forte variabilidade temporal do nível de precipitação nos meses de setembro e outubro para os diferentes anos, com média anual de 162,3 mm, e menor índice de chuva para os respectivos meses estudados ocorreu nos anos de 1948 e 1986, com 23,00 e 17,7 mm, respectivamente e a máxima precipitação ocorrida em 1983 com 316 mm.

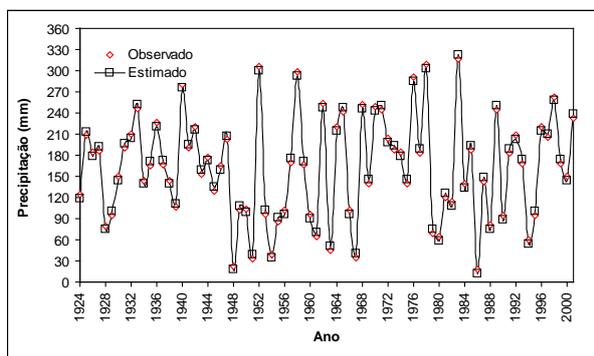


Figura 2. Estimativa do modelo obtido pela análise harmônica para os dados de precipitação total nos meses de setembro e outubro para Viçosa – MG no período de 1924 a 2001.

O erro entre os valores de precipitação estimados e observados é muito pequeno (0,0031) e apresenta um $r^2 = 0,9941$. O modelo apresenta uma boa resposta ao comportamento médio da precipitação para os meses de setembro e outubro num período de 78 anos em Viçosa-MG (Figura 2). Os resultados da análise da série de Fourier até o 39º harmônico são apresentados na Tabela 1, onde se verifica que no 11º harmônico ocorre a maior amplitude.

O modelo obtido via análise harmônica mostrou que os valores estimados se ajustaram perfeitamente aos dados observados. Logo, o modelo pode ser considerado adequado e bom predictor do comportamento médio da precipitação.

Tabela 1. Análise harmônica dos totais de chuvas, para os meses de setembro e outubro (estação primavera), referente as observações no período de 1924 a 2001.

n	a_n	b_n	A_n	$\sigma^2\%$
1	6.73	-6.50	9.35	7.99
2	4.50	24.50	24.91	56.63
3	-0.02	-14.29	14.29	18.64
4	-1.68	-16.59	16.68	25.38
5	7.61	5.36	9.31	7.90
6	-3.69	-11.85	12.41	14.06
7	1.25	-7.15	7.26	4.81
8	7.65	-7.37	10.62	10.29
9	10.86	-2.98	11.26	11.58
10	-8.63	0.27	8.63	6.80
11	-16.32	7.73	18.06	29.75
12	9.24	39.88	40.94	152.94
13	0.22	-20.12	20.12	36.94
14	7.45	13.61	15.51	21.97
15	-14.51	19.70	24.47	54.63
16	6.64	-2.76	7.19	4.72
17	4.93	-11.01	12.07	13.29
18	-5.07	-13.38	14.31	18.68
19	5.85	-7.04	9.15	7.65
20	-9.56	-0.81	9.59	8.39
21	-2.41	6.08	6.54	3.90
22	-13.30	-1.68	13.41	16.40
23	7.51	2.07	7.79	5.53
24	-7.49	-17.54	19.08	33.21
25	24.55	4.89	25.03	57.18
26	-18.36	-8.02	20.03	36.63
27	5.68	-8.89	10.55	10.16
28	-3.09	2.02	3.69	1.24
29	-7.80	13.75	15.81	22.82
30	3.02	-20.09	20.31	37.66
31	-10.06	12.29	15.89	23.03
32	-13.44	4.50	14.17	18.33
33	4.95	-16.22	16.96	26.25
34	-10.93	1.15	10.99	11.03
35	-5.62	23.22	23.89	52.08
36	4.22	12.86	13.53	16.71
37	10.04	-11.51	15.27	21.28
38	-25.07	-12.63	28.07	71.93
39	11.32	-12.59	16.93	978.43

REFERÊNCIAS

- Amaral, E. Análise harmônica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 7-43, 1968.
- Assis, F. N., Arruda, H. V., Pereira, A. R. Aplicações de Estatística a Climatologia. Pelotas: Ed. Universitária/UFPEL, 161p, 1996.
- Crespo, A. A. Estatística. Ed. Saraiva, 8ª edição, 224p. 1991.
- Morettin, P. A. e TOLOI, C. M. Séries temporais. Atual Editora Ltda, São Paulo, 1986, 135 p.
- Toledo, G. L. e OVALLE, I. I. Estatística Básica. São Paulo: Ed. Atlas, 2ª edição, 459p. 1989.