

ANÁLISE ESPECTRAL DA PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO PARAÍBA E SUA IMPORTÂNCIA PARA A AGRICULTURA

MARIA JOSÉ DOS SANTOS¹, LINCOLN ELOI DE ARAÚJO², DJANE FONSECA DA SILVA³ e EWERTON CLEUDSON DE SOUSA MELO⁴

(¹Doutoranda em Recursos Naturais-UFCG, bolsista Fundação Ford, e-mail: aquatunem@yahoo.com.br; ²Doutorando em Recursos Naturais-UFCG, bolsista CAPES, e-mail: lincolneloi@yahoo.com.br; ³Doutoranda em Recursos Naturais-UFCG, bolsista Cnpq-CTHidro, e-mail: djanejonseca@hotmail.com e ⁴Doutorando em Meteorologia, e-mail: ecmelo@yahoo.com)

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho/2007 – Aracaju-SE.

RESUMO Esse trabalho tem como objetivo principal identificar, aplicando a análise de Fourier em séries temporais de precipitação os harmônicos de maior contribuição e associá-los a possíveis sistemas atmosféricos de grande escala baseado no período de ocorrência, possibilitando com isso ter um período mais adequado para o plantio.

PALAVRAS-CHAVE: análise de fourier, agricultura, bacia do rio paraíba

ABSTRACT This work has as objective main of this work it is to identify, applying the analysis of Fourier in secular precipitation series the harmonic ones of bigger contribution and to associate them it possible atmospheric systems of great scale based on the period of occurrence, making possible with this to have a more adequate period for the plantation.

KEYWORDS: analysis of fourier, agriculture, basin of river paraíba.

INTRODUÇÃO: A precipitação pluviométrica no Nordeste brasileiro é resultante do acoplamento de vários sistemas atmosféricos, fenômenos estes quase periódicos, como a Zona de Convergência Intertropical (Uvo, 1989), os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (Kousky e Gan, 1981), os Sistemas Frontais (Kousky, 1979), e os Distúrbios de Leste (Espinoza, 1996), estes podem ser modificados pelas características fisiográficas da região e por fenômenos de escala planetária os quais pode-se destacar o dipolo do Atlântico e o ENSO, que modificam a frequência, distribuição espacial e intensidade desses sistemas, podendo provocar enchentes como também secas afetando diretamente a agricultura (Araújo, 2006). Entretanto, é pouco conhecido que a Paraíba é o Estado do Nordeste que apresenta uma das maiores variabilidades espacial nas chuvas, vez que o agreste/litoral apresenta precipitações média anuais acima de 1083,4 mm/ano, em média, seguido do sertão, com valores médios de 821,9 mm/ano e por fim a região do Cariri/Curimataú com média alcançando até 516,1 mm/ano (Araújo et al., 2003). Com características semelhantes as do Estado, a bacia do rio Paraíba possui área de 20000 km², com extensa área agriculturável, cuja atividade agrícola é de vital importância para a socioeconomia local. Essa bacia localiza-se na parte sudeste do estado da Paraíba, entre 6° 51' 15'' e 8° 17' 57'' sul de latitude e 34° 48' 05'' e 37° 21' 08'' oeste de longitude. Figura 1.

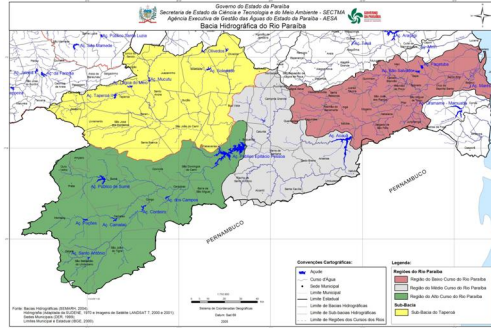


Figura 1 – Bacia do rio Paraíba.

A análise harmônica é um método que permite decompor uma série temporal em um número determinado de senóides e cossenóides, com períodos e amplitudes diferentes. A utilização de métodos que permitam conhecer o comportamento da precipitação mensal e sua variabilidade durante o ano, representa uma ferramenta imprescindível para o planejamento em áreas como a economia, Defesa Civil, turismo e agricultura. Com isso o objetivo principal deste trabalho é identificar, aplicando a análise de Fourier em séries temporais de precipitação os harmônicos de maior contribuição e associá-los a possíveis sistemas atmosféricos de grande escala baseado no período de ocorrência, possibilitando determinar um período mais adequado para o plantio na área da bacia do rio Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS: Neste trabalho, utilizou-se a análise harmônica ou análise de Fourier em uma série de dados pluviométricos mensais da rede da SUDENE referentes climatologia da bacia do rio Paraíba. A análise de Fourier é definida a partir de uma série finita de N dados, cuja sua decomposição é em uma série finita de somas de senos e cosenos. O primeiro harmônico, ou harmônico fundamental, tem um período T , igual ao comprimento da série ($T = N$); o segundo harmônico tem um período igual à metade do período do harmônico fundamental; o terceiro $T/3$ e assim por diante. Seu objetivo é isolar as componentes periódicas dominantes que explicam a configuração temporal do evento analisado. O método de análise harmônica determina a amplitude (C_k) e o ângulo de fase (δ_k) da periodicidade para o qual os dados constituem unicamente uma perfeita curva de senos e cosenos de períodos conhecidos T e múltiplos do período. Isto é equivalente dizer que uma série temporal discreta $X(t)$, de tamanho N , com origem em $t=0$, pode ser decomposta em uma série de senos e cosenos na forma (Yevjevich, 1972):

$$X(t) = \bar{X} + \sum_{k=1}^{N/2} [A_k \cos(\omega_k t) + B_k \sin(\omega_k t)] \quad (1)$$

em que \bar{X} é a média aritmética da série (harmônico zero) e os outros termos representam os harmônicos de ordem k . A frequência de cada harmônico é dada por:

$$\omega_k = \frac{2\pi k}{N} \quad (2)$$

A_k e B_k são os coeficientes do k -ésimo harmônico dados por:

$$A_k = \frac{2}{N} \sum_{t=0}^{N/2} x_t \cos(\omega_k t) \quad (3)$$

e

$$B_k = \frac{2}{N} \sum_{t=0}^{N/2} x_t \sin(\omega_k t) \quad (4)$$

A equação (1) pode ser escrita como uma série de cosenos. Admitindo-se uma defasagem δ_k entre o seno e o coseno do harmônico k, tem-se que:

$$A_k = C_k \cos \delta \quad \text{e} \quad B_k = C_k \sin \delta \quad (5)$$

com

$$C_k^2 = A_k^2 + B_k^2 \quad (6)$$

Substituindo as equações (5) em (1), obtém-se:

$$X(t) = \bar{X} + \sum_{k=1}^{N/2} C_k [\cos \omega_k t \cos \delta_k + \sin \omega_k t \sin \delta_k] \quad (7)$$

O desenvolvimento do coseno da soma da equação (4) aplicando-se a propriedade $\cos(a - b) = \cos a \cos b + \sin a \sin b$ é:

$$X(t) = \bar{X} + \sum_{k=1}^n C_k \cos(\omega_k t - \delta_k) \quad (8)$$

A equação (2) é a amplitude de um dado harmônico que pode ser escrita, na forma:

$$C_k = \sqrt{A_k^2 + B_k^2} \quad (9)$$

Entretanto, o ângulo de fase do n-ésimo harmônico pode ser obtido com:

$$\delta_k = \arctan \left| \frac{B_k}{A_k} \right| \quad (10)$$

Por outro lado, para cada harmônico é possível obter o dado de ocorrência do máximo como:

$$t = (2\pi + \delta_k) \frac{T}{2\pi k} \quad (11)$$

Finalmente, a contribuição do harmônico k à variância da série pode ser calculada de

acordo com:
$$V_k = \frac{C_k^2}{2} \quad (12)$$

Serão exibidas na forma de tabelas as componentes dos harmônicos que serão dos registros de chuvas em postos pluviométricos distribuídos na bacia do rio Paraíba. Esta análise propõe identificar as periodicidades e em que meses ocorrem os máximos desta. Utilizar-se-á os três primeiros harmônicos, pois denotam os principais fatores físicos responsáveis pelos padrões observados (Scott & Shulman, 1979; Yevjevich, 1972), pois explicam pouco mais de 90% do total da variância nos harmônicos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Tabela 1 – Fourier da bacia do rio Paraíba.

	Harmônicos			Variância (%)		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°
Taperoá	março	março	fevereiro	85,5	8,9	2,7
Alto Paraíba	março	março	fevereiro	86,1	8,5	0,9
Médio Paraíba	maio	abril	abril	92,2	2,0	1,5
Baixo Paraíba	maio	abril	abril	93,1	3,8	0,7

A tabela 1 mostra as maiores contribuições da variância para o primeiro harmônico com período de um ano que estar associado a sazonalidade. Tendo Taperoá com o alto Paraíba ângulo de fase correspondente ao mês de março e o médio com o baixo Paraíba, com ângulo de fase em maio, isso se deve a semelhança de regimes de precipitação que ambos têm em comum. Desta forma, em relação ao primeiro harmônico, pode-se associar com os sistemas meteorológicos atuantes na região, tais como a Zona de Convergência Intertropical, para as duas primeiras sub-bacias, e as Ondas de Leste para as demais, resultado semelhante observado por Araújo (2006). Em relação ao segundo e terceiro harmônicos, os valores encontrados seguem a mesma variação em relação aos meses de ocorrência, mas com valores de contribuição da variância bem menores do que o primeiro harmônico, podendo associar dessa forma que, os valores obtidos foram influenciados pelo relevo local, ou seja, pela topografia acidentada e aos efeitos físicos da região, respectivamente. Ressaltando assim, a influência da topografia em diminuir ou aumentar a precipitação em determinadas áreas, prejudicando ou não algumas atividades agrícolas e alguns tipos de cultura, com características mais vulneráveis as peculiaridades climáticas.

CONCLUSÕES: Os resultados se mostraram coerentes com a distribuição espacial e temporal da precipitação no Estado e da bacia do rio Paraíba, principalmente no Harmônico-1 que contribuiu com valores acima de 85% da variância total da formação da série, que representou claramente o período de atuação dos principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas chuvas na bacia e em seguida pelo Harmônico-2 e 3, que representaram a influência da topografia e efeito local da região, respectivamente. A metodologia descrita mostrou-se uma ferramenta eficiente a ser utilizada para a tomada de decisões relativas a atividades agrícolas, a exemplos de época cultivo e distribuição de sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- SUDENE. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Mundaú. Recife-PE, 1999.
- ARAÚJO, L. E.; BECKER, C. T.; PONTES, A. L. Periodicidade da precipitação pluviométrica no estado da Paraíba. XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. 2003.
- ARAÚJO, L. E. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba. Dissertação de mestrado. UFCG. 2006.
- ESPINOZA, E. S. Distúrbios nos ventos de leste no Atlântico tropical. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, INPE, 1996.
- KOUSKY, V. E. Frontal influences on northeast Brazil. *Monthly Weather Review*, 107: 1140-1153. 1979.
- KOUSKY, V. E.; GAN M.A. Upper tropospheric cyclones vórtices in the tropical south atlantic. *Tellus*, 33: 538-551. 1981.
- UVO, C. R. B. A zona de convergência intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na região norte e nordeste brasileiro. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. INPE. São José dos Campos, 1989.