



## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

### **ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BELTERRA-PA UTILIZANDO SÉRIE DE FOURIER.**

Verônica Gabriella de Oliveira<sup>1</sup>, Adriana de Souza Costa<sup>1</sup>,  
Irene Cristina Pereira Corrêa<sup>2</sup>, Nayara Arroxelas dos Santos<sup>3</sup>, José Ivaldo Barbosa de Brito<sup>4</sup>

*Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande<sup>1,2,3,4</sup>  
Av. Aprígio Veloso, 822. Bodocongó. 58.109-970. Campina Grande, PB - Brasil*

*E-mails: oliver.gabzinha@hotmail.com<sup>1</sup>; adriana\_scsouza@hotmail.com<sup>1</sup>; irenecristinacorrea@hotmail.com<sup>2</sup>;  
nayrarroxelas@gmail.com<sup>3</sup>; Ivaldo@dca.ufcg.edu.br<sup>4</sup>.*

#### **RESUMO**

O presente estudo consiste em fazer uma análise diagnóstica dos totais anuais da precipitação da localidade de Belterra- PA por meio da análise harmônica. Utilizou-se dados obtidos dos registros pluviométricos do INMET, referente ao período entre 1972-2014. A partir dos resultados da análise harmônica foram obtidas as ondas anuais e a síntese, para compor um modelo analítico representativo das variações anuais da precipitação médias mensais. Os resultados indicaram um bom desempenho do modelo, e o período chuvoso foi identificado na atuação da ZCIT e do ciclo do ENOS. O diagnóstico das precipitações médias anuais, foi explicado com o maior pico, com periodicidade significativa a 5% e 10%, ocorre no harmônico que representa o período interanual.

**Palavras-Chave:** Ondas, Análise Harmônica, Precipitações.

#### **Abstract**

A harmonic analysis of the total annual rainfall of Belterra- PA station was governed, using data obtained from the INMET precipitation records for the period between 1972-2014. From the results of harmonic analyzes the annual waves were obtained and synthesis, to compose a representative analytical model of the annual variation of monthly average rainfall. The results indicated a good model performance, and the rainy season was identified in the performance of the ITCZ and the ENSO cycle. The diagnosis of the average annual rainfall was explained with the major peak, with a significant frequency at 5% and 10% occurs in the harmonic representing the interannual period.

**Keywords:** Waves, Harmonic Analysis, Rainfall.





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

### **1. INTRODUÇÃO**

A precipitação é uma variável meteorológica determinante na definição das condições hídricas de uma região, e que apresenta grande variabilidade espacial e temporal na região tropical, onde essa variação está relacionada à atuação de fenômenos meteorológicos de diferentes escalas de tempo (MOLION & BERNARDO, 2002). Os fenômenos climatológicos são considerados como periódicos, visto que se repetem a intervalos regulares de tempo e espaço. A grande maioria das observações e simulações de processos e regimes não lineares na natureza é registrada a partir de uma Série Temporal (ST). Uma série temporal pode ser definida como um conjunto de observações de uma variável dispostas sequencialmente no tempo.

O estado do Pará é o segundo maior estado do Brasil em área, possui um clima quente tropical úmido, que tem como principal característica a ocorrência de temperaturas bastante elevadas, acompanhadas de muita umidade (NIMER, 1989; FISCH ET AL., 1998). A precipitação possui grande variabilidade espaço-temporal ao longo do ano e a região tem elevada taxa de evapotranspiração, identificando a existência de basicamente dois regimes pluviométricos distintos, um chuvoso, com elevada precipitação e diretamente influenciado pela migração sazonal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) na direção meridional, e outro menos chuvoso, sem período de seca definido (FISCH ET AL., 1998; SOUZA e AMBRIZZI, 2003).

Nesta região, ocorrem altos valores pluviométricos, os principais mecanismos que contribuem para seu elevado regime pluviométrico resultam da combinação ou da atuação predominante da ZCIT, das brisas marítimas, da penetração de sistemas frontais oriundos do Sul do continente, e da fonte de vapor representada pela Floresta Amazônica e pela atuação da Cordilheira dos Andes (NOBRE, 1983).

O objetivo deste trabalho é estudar a decomposição das chuvas totais anuais em suas componentes harmônicas. Climatologicamente, é importante investigar a frequência de ocorrência de eventos chuvosos, associando aos fenômenos e/ou mecanismos físicos responsáveis.





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

### 2. Metodologia

A área escolhida para ser estudada é a cidade de Belterra, localizada no Estado do Pará, que está localizado na borda leste da Região Norte do Brasil (Figura 1). A estação meteorológica usada possui coordenadas geográficas com latitude de  $-02^{\circ}38'11''$  e longitude  $-54^{\circ}56'14''$ . A área da região de Belterra é de 4.398,419 km<sup>2</sup>, sua população é de aproximadamente 16.924 habitantes (IBGE, 2014).

Foram utilizados dados de totais anuais de precipitação pluvial provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o período de dados utilizados foi entre 1972-2014.

**Figura 1:** Localização da área de estudo no mapa do Pará



Fonte: Google Mapas.

A Análise de Fourier (também chamada de Análise Harmônica) baseia-se na afirmação de que toda função real periódica, isto é, sua forma se repete a cada período, pode ser escrita como uma soma de sinais básicos como senos e cossenos, ou exponenciais complexas. Foi um Matemático e Físico francês, celebrado por iniciar a investigação sobre a decomposição de funções periódicas em séries trigonométricas convergentes, conhecidas como Séries de Fourier (SF) e, a sua aplicação aos problemas da condução do calor.

A Análise de Fourier (AF) é apropriada para analisar processos estacionários, entretanto demonstra-se claramente que a AF tradicional não é viável na investigação de fenômenos que possuem sinais não estacionários (maioria das observações) ou mesmo aqueles em que o sinal sofre variações bruscas de frequência (FARGE, 1992).



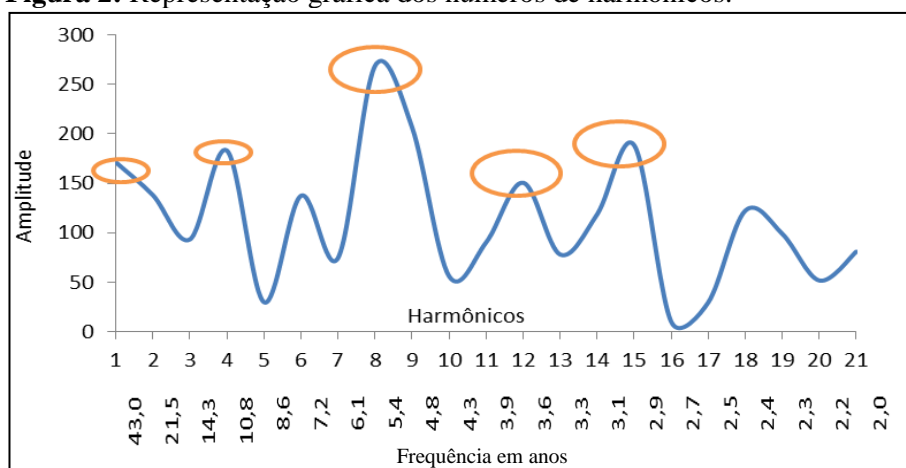


## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que o sinal da chuva está modulado por sistemas e/ou mecanismos atmosféricos atuantes em diferentes escalas temporais.

**Figura 2:** Representação gráfica dos números de harmônicos.



Fonte: CORRÊA, I.C.P.

Na figura 2, acima, verificou-se ciclos estatisticamente significativos de 43 anos (171,2), 10 anos (183,0), 5-4 anos (268,8 – 206,5) e 3-2 anos (150,7 – 188,3). Estes valores são de maior pico, pois ficaram com periodicidade significativa acima de 5% (134,8) e 10% (190,7), os ciclos de maiores frequência da análise harmônica tem variabilidade interanual, ou seja, maior periodicidade nesta escala ao longo do tempo, com frequência aproximadamente de 6 anos, estando relacionada com o El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e a ZCIT. Ao serem observadas as estimativas de densidade espectral, praticamente toda a energia está concentrada na frequência interanual. Para o período de estudo, nota-se que houve mais ocorrência do fenômeno da La Niña o que ocasionou esses picos elevados. Já esses declínios com frequência de anos de 8 e 16, com valores de amplitude de 29,9 e





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

10,1, respectivamente, podem estar relacionados com o fenômeno El Niño.

No contexto da dinâmica climática tropical, é bem conhecido que a variabilidade interanual e sazonal da estação chuvosa da Amazônia é modulada diretamente pelos padrões oceano-atmosfera de grande escala, associados ao ciclo do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) sobre o Oceano Pacífico e as fases do gradiente meridional inter-hemisférico de anomalias de temperatura da superfície do mar sobre o Oceano Atlântico intertropical. Este período chuvoso visa representar a atuação da ZCIT e do ciclo do ENOS. A ZCIT possui um papel importante no regime pluviométrico na região equatorial, e este é o sistema meteorológico de maior importância no estado Pará, visto que ele é responsável na maior parte pelo período chuvoso do estado, quando sua localização está em direção ao Hemisfério Sul, durante o verão. Já os impactos do fenômeno El Niño e La Niña têm sido observados nas diferentes regiões do país, mais intensamente nas regiões Norte, Nordeste e Sul do Brasil. Se o El Niño aumentar em frequência ou intensidade no futuro, o Brasil ficará exposto a secas ou enchentes e ondas de calor mais frequentes (MARENGO et al., 2007).

### **4. CONCLUSÕES**

A precipitação vem sendo motivo de muita preocupação, pois representa um papel importantíssimo para sobrevivência mundial. As estimativas de precipitação provenientes da série de Fourier são consistentes. As ondas harmônicas avaliam a variação interanual da chuva média mensal dos 42 anos de observações da estação de Belterra, com significativa estatística de 5% e 10%. Onde concluímos que, provavelmente, a variabilidade esteja relacionada a fenômenos com duração mais curta, como o ENOS e pela atuação da ZCIT. A utilização da Série de Fourier é recomendada em estudos de chuvas na região norte do país, pois ajuda a averiguar e estudar a melhoria das práticas agrícolas regionais e analisar o comportamento de chuvas nos períodos estudados e conseqüentemente alertar os órgãos governamentais para preparar a população seja para escassez de chuvas ou alagamentos. Com isso, pode-se afirmar que a série de Fourier pode ser uma





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

alternativa para previsão de dados de precipitação pluviométrica.

### **AGRADECIMENTOS**

Os pesquisadores agradecem a CAPES e ao CNPQ pelo consenso da bolsa de estudos ao Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da UFCG, ao INMET pelo fornecimento dos dados observados de precipitação.

### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma Revisão Geral Sobre O Clima da Amazônia. *Acta Amazonica*, 28(2):101-126, 1998.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **IBGE**. 2014. ([http://www.ibge.gov.br/home/mapa\\_site/mapa\\_site.php#populacao](http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#populacao)). Acesso em 03/09/2015.

KOUSKY, V. E.: Diurnal rainfall variation in Northeast Brazil. *Mon. Weather Rev*, 108, 488-498. 1980.

KOUSKY, V.E.: Frontal influences on northeast Brazil. *Mon. Wea.Rev.*, 107, 1142-1153. 1979.

KOUSKY, V.E.; FERREIRA, N. J.: Interdiurnal surface pressure variatons in Brazil: Their spatial distributions, origins and effects. *Mon. Weather Rev.*, 109, 1999-2008. 1981.

MARENGO, J.; SILVA DIAS, P.: Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. **Capítulo 3 em Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 2006, pp.63-109, Eds. A. Rebouças, B., Braga e J. Tundisi. Editora Escrituras, SP.

NIMER, E.: **Climatologia do Brasil**. 2. ed. 422p. Rio de Janeiro, IBGE, 1989.

NIMER, E.: **Climatologia do Brasil**. SUPREN/IBGE. Volume 4. 1979.

NOBRE, C.: The Amazon and climate, in Proceedings of Climate Conference for latin America and the Caribbean. **World Meteorological Organization**. Geneva. 1983.





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

PINTO, A.; AMARAL, P.; JR, S. C.; VERÍSSIMO, A.; SALOMÃO, R.; GOMES, G.; BALIEIRO, C.: Diagnóstico Sócioeconômico e Florestal do município de Paragominas. **Relatório Técnico. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Imazon**, Belém – PA, 2009.

RAO, V.B.; HADA, K.: Characteristics of Rainfall over Brazil: Annual Variations and Connections with the Southern Oscillations. **Theor. Appl.Climatol.** 42, 81-91. 1990.

SOUZA, E. B.; AMBRIZZI, T.: Pentad precipitation climatology over Brazil and the associated atmospheric mechanisms. **Climanálise**, São José dos Campos, 5(6):36-44, 2003.

Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia – **SUDAN**. 2014. (<http://www.sudam.gov.br/>). Acesso em 01/09/2015.

VIRGI, H.: A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud wins. **Mon. Weather Rev.**, 109, 549-610. 1981.

