

---

## COMPARAÇÕES ENTRE MÉDIAS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO OBSERVADAS E OBTIDAS ATRAVÉS DA SÉRIE DE FOURIER PARA AS CIDADES DE PÃO DE AÇÚCAR E SANTANA DO IPANEMA

Arthur Lucas Bernardo Melo<sup>1</sup>, Rosiberto S. Silva Júnior<sup>2</sup>, Ricardo Antônio  
Mollmann Junior<sup>3</sup>, Giuliano Carlos Nascimento<sup>4</sup>, Alaerte da Silva Germano<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Alagoas - UFAL, e-mail: arthur.lucas.melo@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Alagoas - UFAL, e-mail: rosibertojr@gmail.com

**RESUMO:** A precipitação é a variável meteorológica mais importante nos trópicos, em regiões de clima semiárido se faz necessário o uso de técnicas de análises mais específicas. A análise de Fourier é uma conveniente técnica para o estudo de fenômenos periódicos ou quase periódicos. O objetivo desse trabalho é fazer uma comparação entre as médias mensais de precipitação observadas e obtidas através da série de Fourier para as cidades de Pão de Açúcar e Santana do Ipanema. Os resultados foram satisfatórios, para Pão de Açúcar a correlação foi de 94.61% e para Santana do Ipanema 95.80%, correlações positivas e classificadas como forte correlações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Precipitação, Análise Harmônica, Coeficiente de Correlação

**ABSTRACT:** Precipitation is the most important variable weather in the tropics, in semiarid climates it is necessary to use techniques more specific analyzes. Fourier analysis is a convenient technique for periodic studies or almost periodic studies phenomena. The aim of this study is to compare the average monthly rainfall observed and obtained by Fourier series for the cities of Pão de Açúcar and Santana do Ipanema. The results were satisfactory for Pão de Açúcar the correlation was 94.61% and 95.80% to Santana do Ipanema, positive correlations classified as strong correlations.

**KEY-WORDS:** Precipitation, Harmonic Analysis, Correlation Coefficient.

### INTRODUÇÃO

A precipitação é a variável meteorológica mais importante nos trópicos. A despeito da simplicidade de sua medida, é uma das variáveis mais difíceis de serem observadas com acurácia, uma vez que apresenta erros instrumental de exposição e de localização (MOLION & BERNARDO, 2000). Em regiões onde há pouca precipitação,

geralmente em regiões de clima semiárido, estudo desses acontecimentos é mais difícil e ao mesmo tempo mais importante, por isso se faz necessário o uso de técnicas de análises mais específicas.

A Análise Harmônica ou Análise de Fourier é uma conveniente técnica para o estudo de fenômenos periódicos ou quase periódicos. Ela permite descrever, no domínio da frequência, uma série de dados ordenados no tempo (JOÃO, M. M. L, 2009).

Com isso o objetivo desse trabalho é fazer uma comparação entre as médias mensais de precipitação observadas, e as obtidas através da série de Fourier para as cidades de Pão de Açúcar e Santana do Ipanema, localizadas no Sertão do Estado de Alagoas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de Estudo

Para o presente estudo foram escolhidos as cidades de Pão de Açúcar e Santana do Ipanema, que estão localizados na região do sertão do Estado de Alagoas. Têm como principais características o clima semiárido, com precipitação irregular de chuvas e umidade relativa do ar baixa. A tabela 1 separa as coordenadas geográficas de cada cidade.

Tabela 1 – Representação geográfica da área de estudo.

Estação	Coordenada Geográfica	
	Latitude	Longitude
Pão de Açúcar	-9.7525°	-37.4466°
Santana do Ipanema	-9.4000°	-37.0833°

### Ferramentas Utilizadas

Foram obtidos dados de precipitação junto a Agência Nacional de Águas (ANA) das estações convencionais. Através deles foram feitas análises harmônicas da precipitação acumulada mensal, registradas no período de 1960 a 1994. A expressão utilizada para se fazer a análise de Fourier ou análise harmônica foi a mesma em que se basearam Diniz et al em 2008, representada por:

$$Y_t = P_o + \sum_i^k \left[ P_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + Q_i \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \right],$$

Sendo:

$P_k = a_k \sin A_k$  ;

$Q_k = a_k \cos A_k$ ;

$Y_t$  = Valores estimados pelo modelo;

$P_o$  = Médias dos valores observados;

$P_k$  e  $Q_k$  = Coeficientes ortogonais das ondas senoidais;

$T = 1, 2, 3, \dots, N$  (período da onda);

$k = 1, 2, 3, \dots, N/2$  se  $N$  é par e

$k = 1, 2, 3, \dots, (N-1)/2$  se  $N$  é ímpar (representa o número de ondas senoidais);

$N$  = número de observações da série e  $t$  = unidade de tempo.

Por último, foi calculado o coeficiente de correlação. Utilizou-se o Coeficiente de Pearson, que representa a razão entre a covariância de duas variáveis pelo produto dos desvios-padrão de cada uma delas. Pode ser obtido através de:

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \cdot \sum(y - \bar{y})^2}}$$

Para:

- $r = 0.70$ , para mais ou para menos indica uma forte correlação.
- $r = 0.30$  a  $0.7$ , positivo ou negativo indica correlação moderada.
- $r = 0$  a  $0.30$ , Fraca correlação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras 1 e 2 ilustram a comparação entre os dados de precipitação média mensal no período de 1960 a 1994 coletados nas estações de Pão de Açúcar e Santana do Ipanema (Observado) e as estimativas obtidas através da série de Fourier (Previsto).

As mesmas nos mostram que as estimativas confirmaram a periodicidade no regime pluviométrico na área de estudo, em média os máximos valores de precipitação ocorreram nos meses de Abril, Maio e Junho. Os dados observados evidenciam que esses foram os períodos onde em média a precipitação alcançou seus valores máximos.

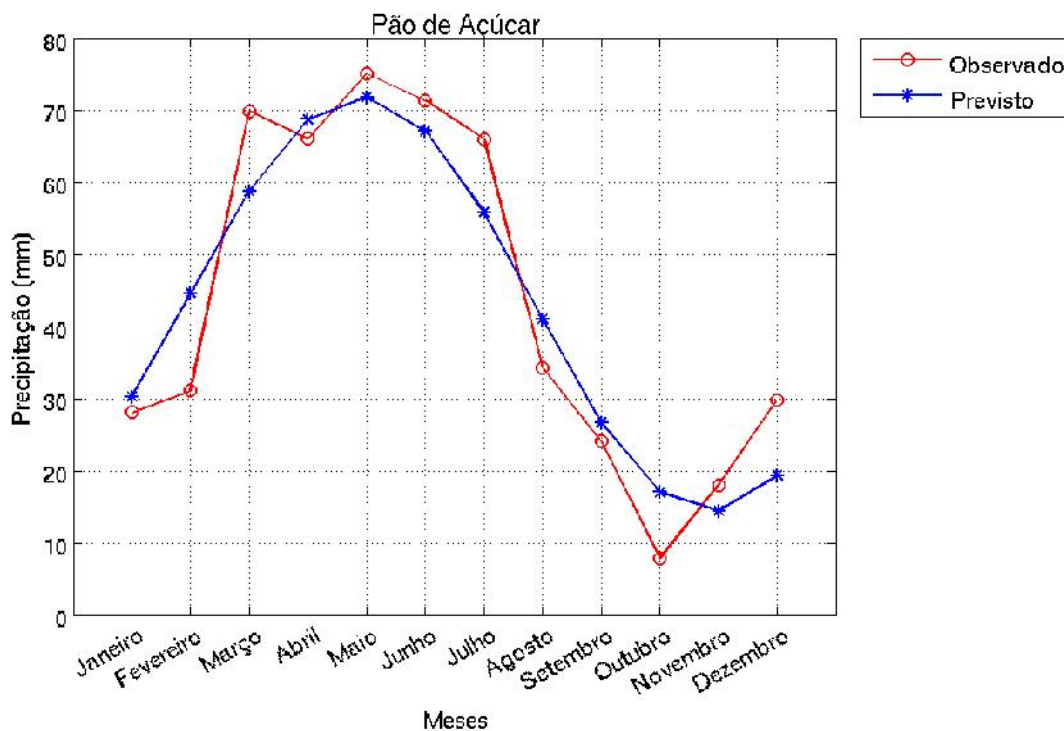


Figura 1 – Precipitação média mensal observada (Observado) e ajustada pela série de Fourier (Previsto) para a cidade de Pão de Açúcar-AL.

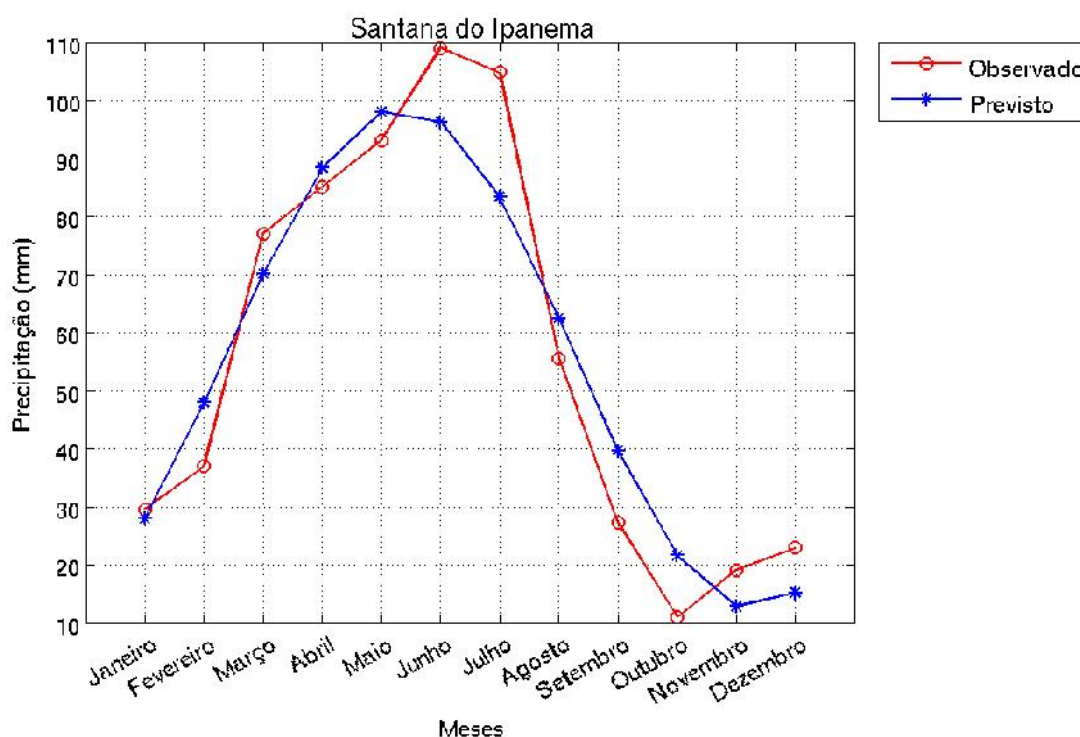


Figura 2 – Precipitação média mensal observada (Observado) e ajustada pela série de Fourier (Previsto) para a cidade de Santana do Ipanema-AL.

O método foi validado estatisticamente através dos valores obtidos na correlação

entre os dados de precipitação média mensal no período de 1960 a 1994 coletado nas estações de Pão de Açúcar e Santana do Ipanema (Observado), e as estimativas obtidas através da série de Fourier para as duas cidades (Previsto). A Tabela 2 mostra que para Pão de Açúcar a correlação foi de 94.61% e para Santana do Ipanema 95.80%, correlações positivas e classificadas como fortes correlações.

Tabela 2 – Representação das correlações e os indicativos para cada cidade.

<b>Estação</b>	<b>Coefficiente de Correlação</b>	<b>Indicativo</b>
Pão de Açúcar	0.9461	FORTE
Santana do Ipanema	0.9580	FORTE

## CONCLUSÕES

Após a validação estatística do método, foram obtidos coeficientes de correlação iguais a 0.9461 para Pão de Açúcar e 0.9580 para Santana do Ipanema, valores bem próximos do coeficiente de correlação perfeito ( $r=1$ ), como os dados estão fortemente correlacionados é possível concluir que o método utilizado neste trabalho é eficiente, confiável e pode ser utilizado na prática do zoneamento climático, visto que com ele foi possível criar uma nova série normalizada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MOLION, L: C. B.; BERNARDO, S. O. B. Dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. In: XI Congresso de Meteorologia, Anais. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000. [CDROM].
- JOÃO, M. M. L. Análise do comportamento das temperaturas máxima e mínima médias mensais para o estado do Rio Grande do Sul – Pelotas, 2009. – 137f. : il. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Faculdade de Meteorologia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2009.
- DINIZ, G. L.; FONSECA, M. Análise harmônica do regime de precipitação em duas localidades da baixada cuiabana. *Biomatemática (UNICAMP)*, v. 18, p. 37-48, 2008.