



## **Análise da influência dos fenômenos El Niño e La Niña na oscilação da precipitação na bacia do rio Piauí, Sergipe**

**Yuri Batista Ishizawa<sup>1</sup>, Alan de Gois Barbosa<sup>2</sup>, Ludmilson Abritta Mendes<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Sergipe (yuriishizawa@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Sergipe (alan.1995.barbosa@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Sergipe (ludmilsonmendes@yahoo.com.br)

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi analisar a significância da influência dos fenômenos climáticos globais El Niño e La Niña na precipitação na bacia do rio Piauí, Sergipe. O período estudado é de 1950 a 2005. Foi possível observar, a partir do tratamento estatístico com testes não-paramétricos, que as medianas e médias das precipitações trimestrais acumuladas nos períodos de ocorrência ou não-ocorrência do El Niño e La Niña são diferentes. Portanto, ainda que em magnitude desconhecida, pode-se afirmar que esses fenômenos influenciam a precipitação na bacia do rio Piauí.

Palavras-chave: Nordeste do Brasil. El Niño. La Niña. Chuva.

Área Temática: Recursos Hídricos

## **Analysis of the influence of El Niño and La Niña on rainfall oscillation in Piauí river basin, Sergipe**

### **Abstract**

*The objective of this work was to analyze the meaningfulness of the influence of global climatic phenomena El Niño and La Niña on rainfall in Piauí river basin Sergipe. The studied period is from 1950 to 2005. It was possible to observe, with statistical treatment using non-parametric tests, that the medians and means of cumulative quarterly rainfall on occurrence or non-occurrence of El Niño and La Niña are different. Therefore, although in unknown magnitude, it can be affirmed that these phenomena influence the precipitation in the Piauí river watershed.*

*Key words: Brazilian Northeast. El Niño. La Niña. Rainfall.*

*Theme Area: Water Resources*

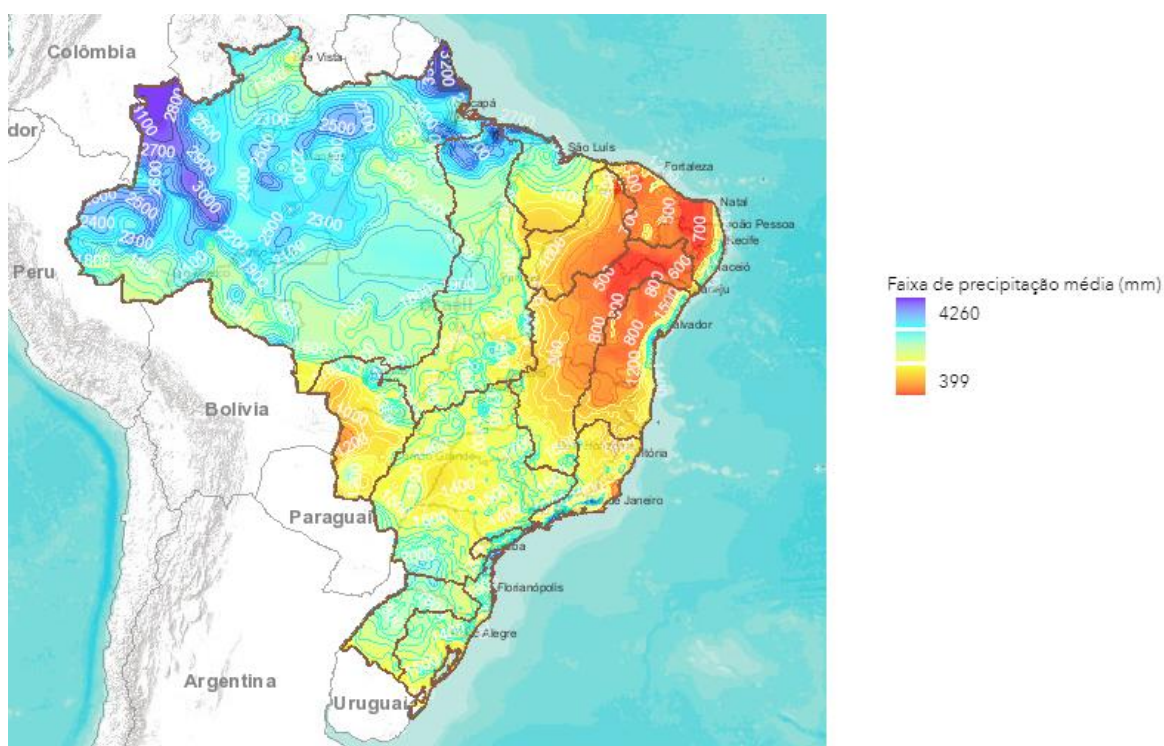


## 1 Introdução

O Brasil tem uma das mais ricas redes hidrográficas do planeta, porém mal distribuída. Apesar de ser a segunda região mais populosa do país, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Nordeste é a região com a menor disponibilidade de recursos hídricos do Brasil, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Isso ocorre pelo fato do seu clima ser, predominantemente, semi-árido. Logo, apresenta temperaturas elevadas e escassez de chuva regularmente.

É possível perceber a discrepância entre as precipitações médias anuais, no período compreendido entre 1977 e 2006, das regiões brasileiras através da Figura 1.

Figura 1 – Mapa com faixas de precipitação média anual do Brasil



Fonte: Adaptado de SNIRH (2017)

A utilização de ferramentas de previsão climática auxilia na prevenção aos eventos críticos (secas extremas ou inundações) e contribui para a melhoria da gestão de recursos hídricos. Entretanto, a ocorrência de fenômenos climáticos ocasiona maiores dificuldades na compreensão do regime de precipitação de bacias hidrográficas.

O El-Niño-Oscilação-Sul (ENOS) é um fenômeno de escala global, associado aos eventos extremos do Nordeste do Brasil (NEB). A característica principal do ENOS é a ocorrência anômala do aumento (El Niño) ou diminuição (La Niña) da temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico Equatorial Central e Leste (NÓBREGA e SANTIAGO, 2014). Então, as secas extremas e chuvas em excesso no NEB são associadas aos eventos El Niño e La Niña, respectivamente (ANDREOLI e KAYANO, 2007).

Além do El Niño, as precipitações no NEB também são afetadas pelo Dipolo Atlântico, ou seja, anomalias – também positivas ou negativas - na TSM do oceano Atlântico. De acordo com Aragão (1998), Nóbrega e Santiago (2014) e Andreoli e Kayano (2007), é mais adequado afirmar que a TSM do Atlântico estão mais relacionadas aos eventos extremos do NEB do que a TSM do Pacífico. E que, talvez, as ocorrências de secas e inundações associadas ao ENOS aconteçam por conta da superposição de efeitos de fenômenos.





## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Ano\Trimestre	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1963	N	N	N	N	N	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
1964	EN	EN	N	N	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN
1965	LN	N	N	N	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
1966	EN	EN	EN	EN	N	N	N	N	N	N	N	N
1967	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1968	N	N	N	N	N	N	N	N	N	EN	EN	EN
1969	EN	EN	EN	EN	EN	N	N	EN	EN	EN	EN	EN
1970	EN	N	N	N	N	N	LN	LN	LN	LN	LN	LN
1971	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN
1972	LN	N	N	N	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
1973	EN	EN	EN	N	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN
1974	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	N	N	LN	LN	LN
1975	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN
1976	LN	LN	LN	LN	N	N	N	N	EN	EN	EN	EN
1977	EN	EN	N	N	N	N	N	N	EN	EN	EN	EN
1978	EN	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1979	N	N	N	N	N	N	N	N	N	EN	EN	EN
1980	EN	EN	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1981	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1982	N	N	N	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
1983	EN	EN	EN	EN	EN	EN	N	N	LN	LN	LN	LN
1984	LN	N	N	N	N	N	N	N	N	LN	LN	LN
1985	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	N	N	N	N
1986	N	N	N	N	N	N	N	N	EN	EN	EN	EN
1987	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
1988	EN	EN	N	N	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN
1989	LN	LN	LN	LN	LN	N	N	N	N	N	N	N
1990	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1991	N	N	N	N	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
1992	EN	EN	EN	EN	EN	EN	N	N	N	N	N	N
1993	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1994	N	N	N	N	N	N	N	N	EN	EN	EN	EN
1995	EN	EN	EN	N	N	N	N	LN	LN	LN	LN	LN
1996	LN	LN	LN	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1997	N	N	N	N	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
1998	EN	EN	EN	EN	EN	N	LN	LN	LN	LN	LN	LN
1999	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN
2000	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN
2001	LN	LN	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2002	N	N	N	N	N	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
2003	EN	EN	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2004	N	N	N	N	N	N	EN	EN	EN	EN	EN	EN
2005	EN	EN	N	N	N	N	N	N	N	N	LN	LN

N - Trimestre Normal    EN - Trimestre com ocorrência de El Niño    LN - Trimestre com ocorrência de La Niña

Fonte: Adaptado de National Weather Service (2017)

Os dados de precipitação trimestral acumulada foram organizados em 3 diferentes grupos de amostras: precipitação em trimestres normais; precipitação em trimestres com ocorrência de El Niño; e precipitação em trimestres com ocorrência de La Niña.

Para verificar se os grupos de amostras são provenientes da mesma população, foram realizados neste trabalho dois testes de hipótese do tipo não-paramétricos: o Teste da Mediana e o Teste Kruskal – Wallis. Esse tipo de teste é o mais indicado para estudos nos quais não há conhecimento acerca da distribuição da população. (NETO e STEIN, 2003).



Ambos os testes foram avaliados considerando-se um nível de significância  $\alpha = 5\%$ . Além disso, nota-se que o grau de liberdade  $\gamma = 2$ , pois o estudo abrange 3 grupos de amostras. Então, é obtido o valor de  $\chi^2_{tab} = 5,99$ .

Segundo Martins (2008), o Teste da Mediana “constitui uma alternativa para verificar se três ou mais grupos podem ser considerados provenientes da mesma população, ou de populações com a mesma mediana”.

O teste consiste na comparação entre os valores de  $\chi^2_{tab}$  e  $\chi^2_{calc}$ , sendo:

$$\chi^2_{calc} = \sum_{i=1}^n \frac{(F_{o_i} - F_{e_i})^2}{F_{e_i}} \quad (1)$$

em que:  $\chi^2_{calc}$  é o valor de Qui-Quadrado calculado;

$n$  é o número de grupos de amostras;

$F_{o_i}$  é a frequência observada do subgrupo de amostras  $i$ ;

$F_{e_i}$  é a frequência teórica do subgrupo de amostras  $i$ .

Para o Teste da Mediana, cada grupo de amostras foi dividido em dois subgrupos: trimestres com precipitações maiores que a mediana de todas as amostras; e trimestres com precipitações menores ou iguais à mediana de todas as amostras.

Ademais, foram formuladas as seguintes hipóteses a serem testadas:

- $H_0$ : Hipótese nula, segundo a qual não há diferença significativa entre as medianas das amostras;
- $H_1$ : Hipótese alternativa, segundo a qual as medianas das amostras são discrepantes.

Para tanto, se  $\chi^2_{calc} < \chi^2_{tab}$ , não se pode rejeitar a hipótese  $H_0$ . Caso contrário, se  $\chi^2_{calc} > \chi^2_{tab}$ , é aceita a hipótese  $H_1$ .

Em contrapartida, o Teste Kruskal-Wallis é “extremamente útil para decidir se  $K$  amostras ( $K > 2$ ) independentes provêm de populações com médias iguais”. (MARTINS, 2008)

Para esse teste, tem-se que a estatística de teste  $H$  é:

$$H = \frac{12}{n \cdot (n + 1)} \sum_{i=1}^K \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n + 1) \quad (2)$$

sendo:  $n$  o número de observações dos  $K$  grupos;

$K$  o número de grupos de amostras;

$R_i$  a soma das observações do grupo de amostras  $i$ ;

$n_i$  a quantidade de observações do grupo de amostras  $i$ .

De maneira análoga ao caso do Teste da Mediana, para o Teste Kruskal – Wallis foram enunciadas as seguintes hipóteses:

- $H_0$ : Hipótese nula, segundo a qual não há diferença significativa entre as médias das amostras;
- $H_1$ : Hipótese alternativa, segundo a qual as médias das amostras são discrepantes

Se  $H < \chi^2_{tab}$ , não é possível rejeitar  $H_0$ . Entretanto, se  $H > \chi^2_{tab}$ , pode-se rejeitar  $H_0$ .



#### 4 Resultados e Discussão

Foram levantados 672 dados de precipitação acumulada trimestral para o posto pluviométrico de Estância. Relacionando-os aos dados apresentados na Tabela 2, pode-se perceber, para o período de 1945 a 2005, 169 trimestres com ocorrência do La Niña 3.4, 191 trimestres com ocorrência do El Niño 3.4 e 312 trimestres sem a ocorrência desses fenômenos.

Foi constatado que a mediana dos dados de precipitação para o período supracitado foi de 243,75 mm. Abaixo seguem as tabelas nas quais é possível identificar os valores de frequências observadas e teóricas para cada subgrupo:

Tabela 3 – Frequências observadas para os valores de precipitação relacionadas ao tipo de ocorrência

Frequências Observadas			
	N	EN	LN
Valores maiores que 253,75 mm	163	78	95
Valores menores ou iguais 253,75 mm	149	113	74

Fonte: O autor

Tabela 4 - Frequências teóricas para os valores de precipitação relacionadas ao tipo de ocorrência

Frequências teóricas			
	N	EM	LN
Valores maiores que 253,75 mm	156	95	84
Valores menores ou iguais 253,75 mm	156	96	85

Fonte: O autor

Logo, a partir da Equação (1), é possível obter o valor de  $\chi^2_{calc} = 9,53$ . Portanto,  $\chi^2_{calc} > \chi^2_{tab}$  e, por conseguinte, a hipótese  $H_0$  de que as medianas dos grupos de amostras são iguais pode ser rejeitada para o Teste da Mediana.

Além disso, foi possível obter o valor da soma das observações de cada grupo de amostras, tal como suas respectivas quantidades, e esses estão representados na Tabela 5.

Tabela 5 – Soma das observações e quantidades de observações para cada grupo de amostra

Ocorrência	R	n
N	106420	312
EN	56096	191
LN	63581	169
Total		672

Fonte: O autor

Então, aplicando os dados da Tabela 5 à Equação (2), é possível obter uma estatística de teste  $H = 15,98$ . Consequentemente,  $H > \chi^2_{tab}$ . Assim, a hipótese  $H_0$  pode ser rejeitada para o Teste Kruskal-Wallis, ou seja, é possível inferir, com um risco de 5%, que há pelo menos dois pares de grupos amostrais com médias diferentes.

É válido observar também que a estatística de teste  $H$  do Teste Kruskal-Wallis é maior que o  $\chi^2_{calc}$  do Teste da Mediana. Isso evidencia que, possivelmente, há uma discrepância mais significativa nas médias das amostras do que em suas medianas.



## 5 Conclusão

A partir dos resultados, é possível afirmar que houve influência dos fenômenos El Niño e La Niña na precipitação na bacia do rio Piauí durante o período analisado. Pode ser inferido que as precipitações trimestrais acumuladas durante a ocorrência desses fenômenos têm medianas e médias diferentes entre si e até mesmo entre as precipitações trimestrais acumuladas em períodos nos quais não há a ocorrência dos fenômenos. Isso fomenta o desenvolvimento de estudos voltados à ampliação da análise da influência desses em outras bacias hidrográficas do Nordeste do Brasil.

De certo, El Niño e La Niña ocasionam uma superposição de efeitos junto a outros fenômenos, como o Dipolo Atlântico, como concluíram Aragão (1998), Nóbrega e Santiago (2014) e Andreoli e Kayano (2007). Logo, estimula-se inclusive análises futuras das oscilações de precipitação em bacias do Nordeste do Brasil, tendo em vista as ocorrências simultâneas ou isoladas de tais efeitos.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Portal HidroWeb**, 2005. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 11 Agosto 2017.

ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 1, p. 63-74, Novembro 2007.

ARAGÃO, J. O. R. D. O impacto do ENSO e do dipolo do Atlântico no nordeste do Brasil. **Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines**, Lima, v. 27, n. 3, p. 839-844, 1998.

GRUPO ACQUA. Bacias Hidrográficas no Estado de Sergipe. **Grupo acqua**, 2011. Disponível em: <<http://www.redeacqua.com.br/2011/03/bacias-hidrograficas-do-estado-de-sergipe/>>. Acesso em: 14 Janeiro 2017.

MARTINS, G. D. A. **Estatística Geral e Aplicada**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008.  
NATIONAL WEATHER SERVICE. Cold & Warm Episodes by Season. **Climate Prediction Center**, 2017. Disponível em: <[http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)>. Acesso em: 9 Janeiro 2018.

NETO, A. A. H.; STEIN, C. E. **Uma abordagem dos testes não-paramétricos com a utilização do Excel**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 10. 2003.

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F. Tendência de temperatura na Superfície do mar nos oceanos Atlântico e Pacífico e variabilidade de precipitação em Pernambuco. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 107-118, Abril 2014.

SERGIPE. **Atlas Digital de Recursos Hídricos de Sergipe**. Aracaju. 2016.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS. Chuva. **Portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos**, 2017. Disponível em: <<http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=da8c9edf91804682b269e9d631117619>>. Acesso em: 12 Janeiro 2017.