



ABRH
Associação Brasileira de
Recursos Hídricos

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

ANÁLISE DA NORMAL CLIMATOLÓGICA (MENSAL E ANUAL) DO MUNICÍPIO DE TERESINA (PIAUÍ)

Francílio de Amorim dos Santos¹

Resumo: O estudo teve como objetivos: identificar a normal climatológica mensal e anual do município de Teresina, capital do estado do Piauí, considerando os anos de 1987 a 2016; inferir a tendência ao aumento/diminuição das precipitações pluviométricas mensal e anual, por meio do teste de Mann-Kendall. Utilizaram-se dados de precipitação pluviométrica (período de 1987 a 2016), conforme sugere a Organização Meteorológica Mundial (OMM), e empregados nos *softwares* BioEstat e Past, respectivamente, para identificação da Regressão linear (R) entre os dois postos pluviométricos utilizados e aplicação do teste de Mann-Kendall. O estudo apontou que os postos utilizados apresentaram ótima correlação, com valor cima de 0,9 para o Coeficiente de Regressão Linear (R). Teresina apresentou normal climatológica anual com média histórica de 1.356,3 mm (1987 a 2016), sendo os anos de 1992 e 2016 os mais secos e 1989 e 2009 os mais chuvosos da série. Por sua vez, o mês de agosto apresentou-se como o mais seco, com precipitação média de 5,9 mm, enquanto o mês de março foi o mais chuvoso, com 285,0 mm. As séries das médias de precipitação pluviométrica não apontaram tendência ascendente, exceto o mês de março que apresentou Pvalor de 4,1% e, portanto, tendência ascendente.

Palavras-Chave: Precipitações. Estatística. Tendência.

ANALYSIS OF CLIMATOLOGICAL NORMAL (MONTHLY AND ANNUAL) OF THE MUNICIPALITY OF TERESINA (PIAUÍ)

Abstract: The objectives of this study were: to identify the monthly and annual climatological normal of the city of Teresina, capital of the state of Piauí, considering the years 1987 to 2016; To infer the tendency to increase/decrease of monthly and annual rainfall by means of the Mann-Kendall test. Rainfall data (from 1987 to 2016) were used, as suggested by the World Meteorological Organization (WMO), and used in the BioEstat and Past software, respectively, to identify the linear Regression (R) between the two pluviometric stations used and Application of the Mann-Kendall test. The study showed that the stations used presented an excellent correlation, with a value above 0.9 for the Linear Regression Coefficient (R). Teresina presented an annual climatic norm with a historical average of 1,356.3 mm (1987 to 2016), 1992 and 2016 being the driest and 1989 and 2009 the rainiest of the series. On the other hand, the month of August presented the driest, with average precipitation of 5.9 mm, while the month of March was the rainiest, with 285.0 mm. The series of rainfall averages did not show an upward trend, except for the month of March that presented Pvalor of 4.1% and, therefore, an upward trend.

Keywords: Rainfall. Statistic. Trend.

¹Docente do Instituto Federal do Piauí / Campus Piripiri. Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (ProPGeo/UECE). E-mail: francilio.amorim@ifpi.edu.br.



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil (NEB), particularmente o estado do Piauí objeto em estudo nesse artigo, apresenta distribuição espaço-temporal irregular, sendo a característica mais marcante dessa região, conforme atesta Sales (2002). Em geral, a região em questão apresenta concentração de chuvas em 4 a 5 meses ao longo do ano, havendo no restante do ano baixo volume de precipitações pluviométricas ou mesmo ausência delas. Desse modo, sendo necessário desenvolver adequado e complexo planejamento ambiental, para o uso racional dos recursos naturais em consonância com as potencialidades do meio.

O NEB situa-se em área de influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), mais importante sistema atmosférico produtor de chuvas no setor Norte, que atinge os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, conforme afirma Zanella (2014). Outro importante elemento que influencia a abundância ou ausência de chuvas no NEB diz respeito às anomalias positivas e negativas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nas bacias dos Oceanos Atlântico e Pacífico, que interfere na determinação da intensidade e posição da ZCIT. Alia-se a TSM à incidência de fenômenos *El niño* e *La niña* que associados à ocorrência do dipolo do Atlântico movimentam a convecção para Leste ou para Oeste, gerando extremos de chuvas.

Ao longo dos anos, a sociedade humana tem buscado desenvolver-se dependendo cada vez menos das variações climáticas. No entanto, essas variações têm influência significativa atividades humanas, principalmente, no que diz respeito aos desastres naturais, notadamente aqueles de natureza hidroclimatológica. Nessa perspectiva, a Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2011) sugere que seja considerado um período de 30 anos para determinação da normal climatológica. A OMM ressalta que a normal climatológica foca-se na identificação do valor médio de uma variável climática em um período de tempo delimitado.

Nesse cenário, foi realizada triagem em relação aos postos pluviométricos, junto ao *site* da Agência Nacional de Águas (ANA), com dados para o período de 1987 a 2016. Logo, foi possível adquirir informações sobre as precipitações de 2 postos localizados no interior do município de Teresina, estado do Piauí. A realização da presente pesquisa foi relevante diante da lacuna existente em termos de informações climáticas atuais, particularmente acerca da variável pluviométrica, cujo conhecimento é essencial ao desenvolvimento das atividades humanas e estimar riscos a desastres naturais. Nesse contexto, o estudo teve como objetivos: i) identificar a normal climatológica mensal e anual do município de Teresina, capital do estado do Piauí, considerando os anos de 1987 a 2016; ii) inferir a tendência ao aumento/diminuição das precipitações pluviométricas mensal e anual, por meio do teste de Mann-Kendall.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização da área em estudo

A área em estudo foi o município de Teresina, capital do estado do Piauí, cuja sede municipal situa-se às Coordenadas Geográficas de 05°05'21"S e 42°48'07"W. O referido município situa-se entre os Rios Parnaíba e Poti, limitando-se com os seguintes municípios: ao Norte com

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

União e José de Freitas; a Leste com Altos, Pau D'Arco do Piauí; ao Sul com Curralinhos, Demerval Lobão, Lagoa do Piauí e Monsenhor Gil; e a Oeste é limitado por Nazária e os municípios maranhenses de Caxias e Timon (Figura 1).

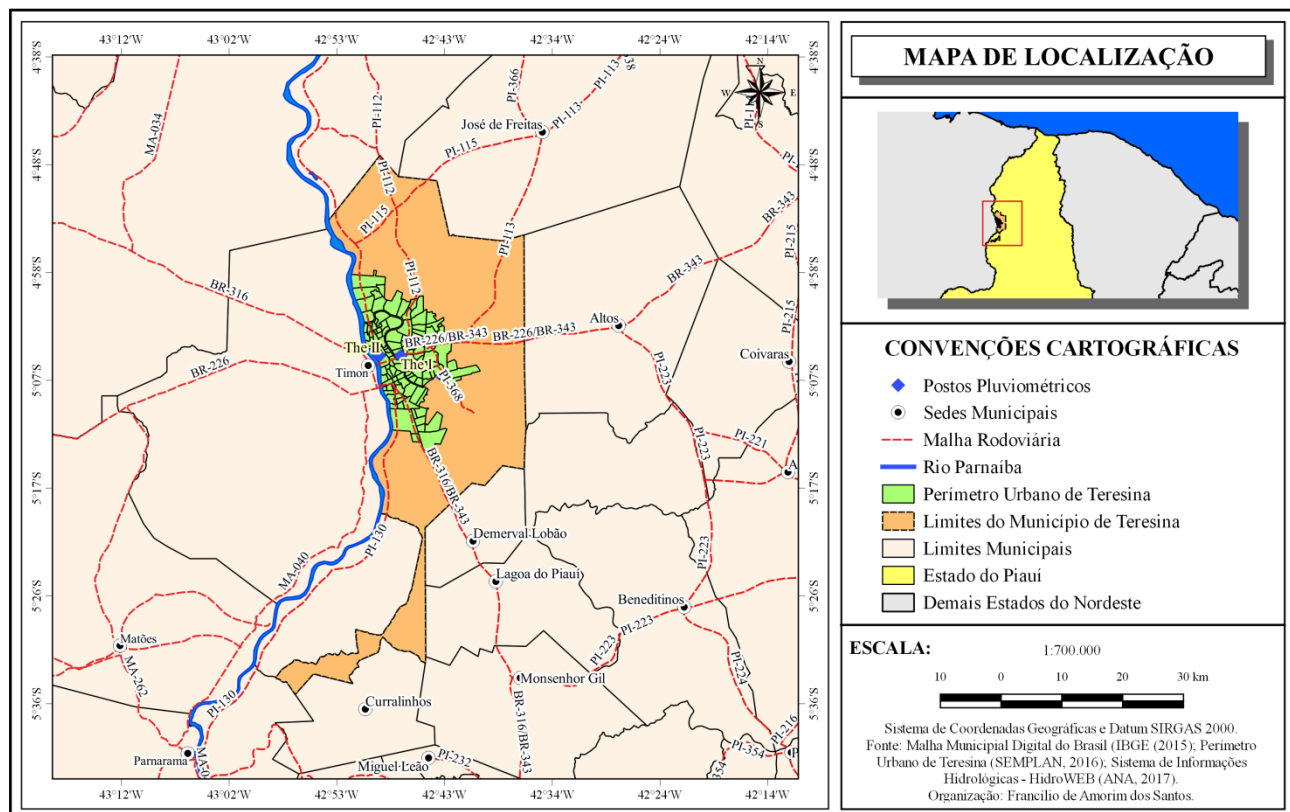


Figura 1 - Mapa de localização do município de Teresina (Piauí), situado no Nordeste do Brasil.

Fonte: IBGE (2015); SEMPLAN (2016); ANA (2017).

Em 2016, o município de Teresina, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), possuía uma população de 847.430 habitantes, que se distribuíam por uma área de 1.391,9 km², resultando em uma densidade demográfica de 584,94 hab./km². O referido município, em 2016, possuía 122 bairros em seu perímetro urbano (SEMPPLAN, 2017), ao passo que seu setor mais populoso era o bairro Itararé, que apresentava uma população de 32.443 habitantes, conforme informações do Censo de 2010 (IBGE, 2017).

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, foi realizada triagem dos postos pluviométricos que tivessem dados disponíveis, considerando-se a série histórica de 1987 a 2016, junto ao site da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017). Desse modo, foi possível utilizar apenas dois postos (Quadro 1), posto que dos municípios adjacentes apresentassem falhas. Os referidos dados foram empregados na fórmula descrita abaixo, conforme orientações do INMET (2009).

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

$$n(X_i) = \sum j X_{ij} / m_i \quad (1)$$

Onde: $n(X_i)$ será uma Normal-Padrão; X_{ij} são os valores de precipitação total; m_i é o número de anos (ou meses).

Para aplicação do teste estatístico não paramétrico de Mann-Kendall foi utilizado o *software* livre *Past*. Por sua vez, o *software* BioEstat, versão 5.0, foi empregado para identificação da Regressão linear (R) entre os 2 postos pluviométricos utilizados nesse estudo e manuseio dos dados de precipitação pluviométrica. A última etapa consistiu na organização das informações em planilhas eletrônicas e produção de gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações adquiridas junto à ANA permitiram, a priori, elaborar a Figura 2. Essa possibilita visualizar que o Coeficiente de Regressão Linear (R) dos dados de precipitação pluviométrica, referente aos 2 postos situados no interior do município Teresina, apresentaram ótima correlação, visto que o valor de R foi superior a 0,9.

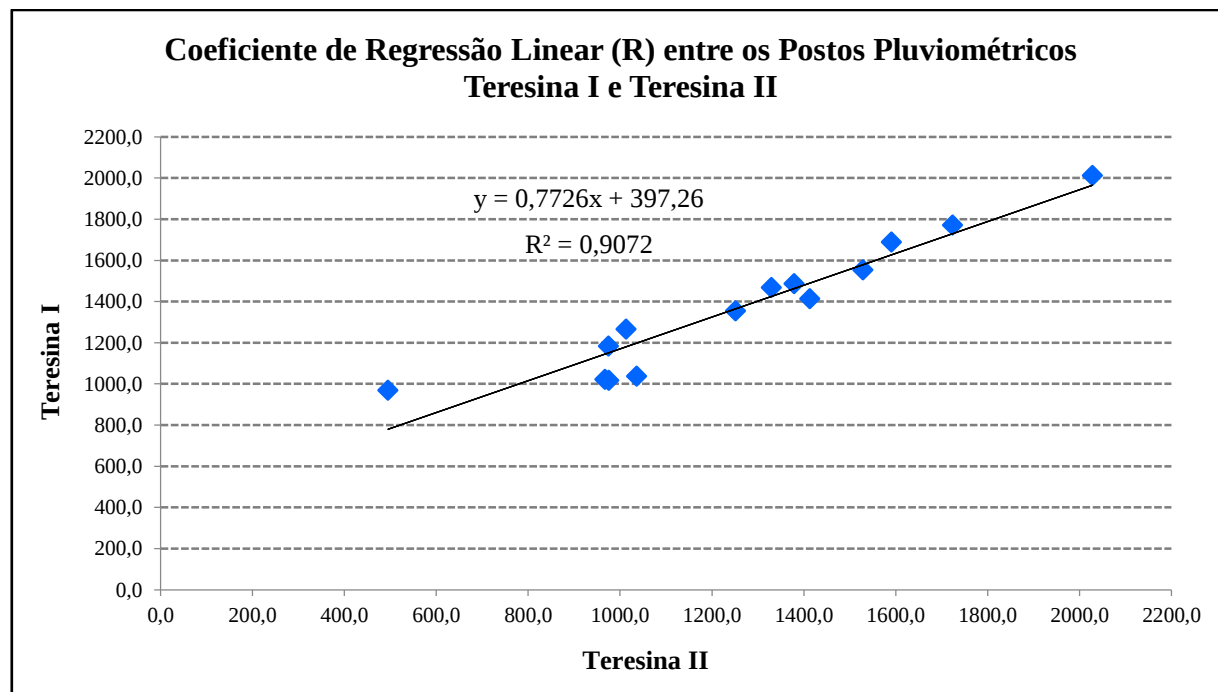


Figura 2 - Coeficiente de Regressão Linear (R) entre os dados de precipitação pluviométrica dos dois postos pluviométricos situado no interior do município de Teresina.

Os dados dispostos na Figura 3 permitem apontar que os menores valores das normais climatológicas da série analisada concentram-se nos meses de junho a dezembro, ao passo que o mês de agosto é aquele com a menor normal climatológica mensal, com 5,9 mm. Por outro lado, as

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

os maiores valores para a normal climatológica situam-se entre janeiro a maio, destacando-se o mês de março como o que possui maior valor, com 285,0 mm. Embora o estudo não tenha buscado analisar a normal climatológica sazonal, devido irregular distribuição espaço-temporal, é possível distinguir duas estações bem demarcadas em Teresina, quais sejam: uma chuvosa que se concentra de janeiro a maio e possui 1.090,6 mm total; uma estação com reduzido valor de precipitação ou ausência dela, situada entre junho a dezembro, totalizando apenas 222,0 mm.

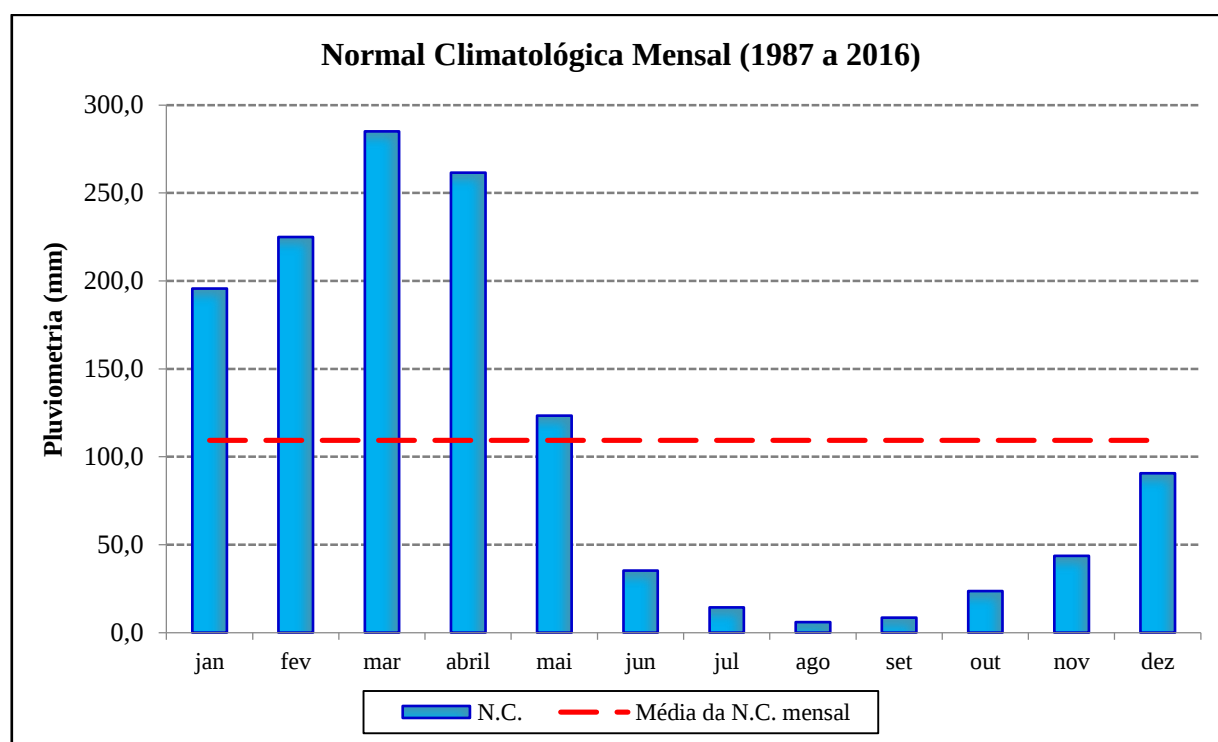


Figura 3 - Normal Climatológica Mensal (mm) do município de Teresina, período de 1987 a 2016.

No que tange à normal climatológica anual média dos dois postos, pode-se observar que a média anual de chuvas em Teresina é de 1.356,3 mm (Figura 4). Especificamente, os anos de 1992 e 2016 destacam-se como aqueles que apresentaram os menores volumes de precipitação, pois ambos os anos tiveram interferência do efeito *El niño* de intensidade forte (NOAA, 2017). Ao passo que 1989 e 2009 figuram como os anos de maior média de precipitação, tal fato resulta da atuação conjunta do fenômeno *La niña* moderada e dipolo negativo, em ambos os anos (NOAA, 2017).

De acordo com o exposto na Tabela 1 as séries das médias de precipitação pluviométrica não apresentam tendência ascendente, exceto o mês de março que apresentou Pvalor de 4,1% e, portanto, tendência ascendente. Em termos gerais, a série não apresentou tendência positiva, posto que tenha apresentado valor de 0,086471 (8,6%).

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

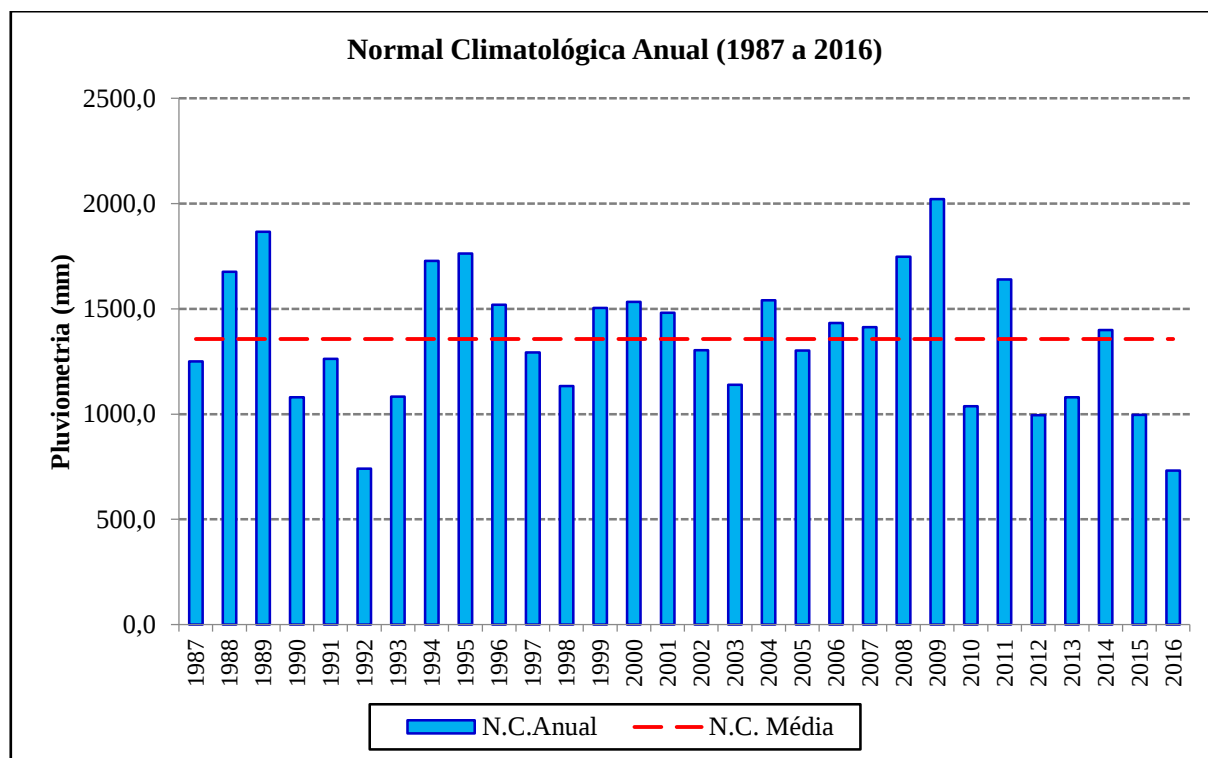


Figura 4 - Normal Climatológica Anual (mm) do município de Teresina, período de 1987 a 2016.

Tabela 1 - Teste de Mann-Kendall aplicado às séries mensal e anual de médias precipitações pluviométricas do município de Teresina, período de 1987 a 2016.

Meses	<i>n</i>	Teste de Mann-Kendall (Pvalor)
Jan	30	1.0000
Fev	30	0.81656
mar	30	0.041964*
Abr	30	0.83048
mai	30	1.0000
Jun	30	0.18676
Jul	30	0.53228
Ago	30	0.32391
Set	30	0.92839
Out	30	0.3626
Nov	30	0.22506
Dez	30	0.72123
Anual	360	0.086471

*Pvalor $\leq 0,05$ (ou 5%) é considerado significativo.



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

CONCLUSÕES

Por meio dessa pesquisa foi possível identificar que a normal climatológica anual do município de Teresina, estado do Piauí, foi de 1.356,3 mm, para o período de 1987 a 2016. Devendo-se ressaltar que os anos mais secos (1992 e 2016) e mais chuvosos (1989 e 2009) apresentaram influências da dinâmica interanual do fenômeno *El niño* Oscilação Sul (ENOS) associado às fases positivas e negativas do dipolo do Atlântico.

A análise da normal climatológica mensal possibilitou distinguir que o período com menores totais de precipitação situa-se entre os meses de junho a dezembro, tendo agosto como o de menor normal climatológica mensal, com 5,9 mm. Enquanto isso, o período chuvoso localiza-se entre os meses de janeiro a maio, sendo o mês de março o de maior nível de precipitação, com 285,0 mm. Diga-se, também, que os dados das médias de precipitação pluviométrica não indicaram tendência positiva, com exceção do mês de março que apresentou Pvalor de 4,1%.

Deve-se destacar que o estudo apresenta dados que devem subsidiar o planejamento ambiental e/ou ponto de partida para estudos posteriores, que devem aprofundar o conhecimento da dinâmica climática, particularmente das precipitações pluviométricas, no município de Teresina, estado do Piauí. As informações desse estudo deve, ainda, ser integrado a outros dados para refinamento do conhecimento da dinâmica dos sistemas naturais do referido município.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. Hidro Web - Sistema de Informações Hidrológicas. *Séries históricas – ano de 1927 a 2016*. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 14 de março de 2017.

DINIZ, A.F.; SANTOS, R.L.; SANTOS, S.M. Avaliação dos riscos de seca para o município de Feira de Santana-BA associado à influência do *El niño* no semi-árido do nordeste brasileiro. +*Geografia's*, Feira de Santana, n.1, p.18-24, maio/nov. 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2010 - Características Gerais da População: Resultados da Amostra*. IBGE, 2010. Disponível em <<http://loja.ibge.gov.br/censo-demografico-2010-caracteristicas-da-populac-o-e-dos-domicilios-resultados-do-universo.html>>. Acesso em 24 de março de 2017.

_____. *Cidades: Teresina*. 2017. Disponível em <www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em 22 de março de 2017.

_____. *Malha municipal digital do Brasil: situação em 2015*. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em <ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/>. Acesso em 20 de março de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. *Normais climatológicas do Brasil 1961-1990*. Metodologia. 2009.



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. In: *Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia* (CD-Rom), p.1.334-1.342. Rio de Janeiro, 2000.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. Climate Prediction Center. *Historical El Nino / La Nina episodes (1989-2016)*. Disponível em <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml>. Acesso em 27 de março de 2017.

OMM - Organización Meteorológica Mundial. *Guía de prácticas climatológicas*. OMM–Nº 100. Ginebra - Suíza. Edición de 2011.

SALES, M.C.L. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. *Revista GEOUSP, Espaço e Tempo*, São Paulo, Nº 11, p.115-126, 2002.

SEMPPLAN - Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação de Teresina. *Mapas de Teresina*. Disponível em <<http://semplan.teresina.pi.gov.br/mapas-interativos/>>. Acesso em 24 de março de 2017.

ZANELLA, M.E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p.126-142, 2014.