



ARTIGO CIENTÍFICO

Climatologia da pluviometria do município de Teresina, Piauí, Brasil

Climatology of rainfall in the Teresina city, Piauí state, Brazil

Hudson Ellen Alencar Menezes^{*1}, Raimundo Mainar de Medeiros², José Lucas Guilherme Santos³

Resumo: As variações nas precipitações refletem claramente a dinâmica atmosférica da região, marcada pela intensa variabilidade, onde se observa a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) com sua atuação entre os meses de janeiro a março, sendo esse período mais chuvoso. As variabilidades espaço temporal no comportamento das chuvas tem sido analisadas e diagnosticadas por vários autores no Nordeste do Brasil (NEB), portanto objetivou-se diagnosticar a variabilidade dos índices pluviométricos em Teresina no Estado do Piauí no período de 1913 a 2010. A análise do comportamento da precipitação nas cidades de grande e médio porte é de extrema importância para o gerenciamento dos recursos hídricos, uma vez que se trata de áreas densamente urbanizadas. Muitas vezes, sem uma estruturação urbana adequada, estas cidades se encaixam perfeitamente nesse contexto. Foram utilizados dados mensais observados e anuais de precipitação pluviométrica no período de 1913 a 2010, com 97 anos de observações. Os resultados mostraram a recorrência de valores máximos de precipitação anual dentro de um intervalo de 18, 11 e 8 anos. Na análise dos desvios-padrões, os resultados mostraram predominância dos desvios negativos em relação aos desvios positivos.

Palavras-chave: Precipitação, Mudanças climáticas, Sustentabilidade.

Abstract: Variations in precipitation clearly reflect the atmospheric dynamics of the region, marked by intense variability, where we observe the performance of the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) with his performance in the months of January-March, this being more rain tem period. The timeline of rainfall variability in behavior has been analyzed and diagnosed by several authors in Northeast Brazil (NEB), so let's study this variability between the periods 1913 to 2010 of Teresina city. The behavior of rainfall in cities large and medium sized is of utmost importance to the managerial of water resources, since it is densely urbanized areas. Often without adequate urban structures these cities fit perfectly in this context. We used observed monthly and annual rainfall data for the period 1913-2010, 97 years of observations. The results showed recurrence of maximum values of annual precipitation an interval of 18, 11 and 8 years. In the analysis of standard deviations, the results showed a predominance of negative deviations from the positive deviations.

Keywords: Precipitation, Climate change, Sustainability.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 31/03/2016; aprovado em 05/09/2016

¹Doutor em Meteorologia, UFCG, Campina Grande – PB, Brasil, e-mail: hudson.ellen@ufcg.edu.br

²Doutor em Meteorologia, UFCG, Campina Grande – PB, Brasil, email: mainarmedeiros@gmail.com

³Graduando em Agronomia, UFCG, Pombal – PB, Brasil, e-mail: lucaslguilherme@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A variabilidade climática de uma região exerce importante influência nas diversas atividades socioeconômicas. Sendo o clima constituído de um conjunto de elementos integrados, determinante para a vida, este adquire relevância, visto que sua configuração pode facilitar ou dificultar a fixação do homem e o desenvolvimento de suas atividades nas diversas regiões do planeta. Dentre os elementos climáticos, a precipitação tem papel preponderante no desenvolvimento das atividades humanas, produzindo resultados na economia (SLEIMAN; SILVA, 2008).

No Nordeste do Brasil (NEB) apresenta uma variabilidade espacial e intrasazonal, o que produz pelo menos três regimes de precipitação em três áreas distintas: uma área mais ao norte, onde as precipitações significativas ocorrem no bimestre março-abril; a faixa litorânea leste que se estende do Rio Grande do Norte ao sul da Bahia, com período chuvoso entre maio-julho; e uma terceira região que abrange grande parte da Bahia e sul do Piauí e Maranhão, cujos máximos de precipitação ocorrem de novembro a janeiro (ALVES et al., 2001; MENEZES et al., 2003).

O monitoramento do regime pluviométrico da região nos últimos anos tem mostrado que a escassez de recursos hídricos acentua os problemas socioeconômicos, em particular ao final de cada ano, com os totais pluviométricos em torno ou abaixo da média da região (MARENGO; SILVA DIAS, 2006).

É de grande relevância a análise do comportamento das chuvas na Região NEB, devido, principalmente, à sua irregularidade, uma vez que as variáveis climáticas são muito importantes não só sob o enfoque climático, mas também pelas consequências de ordem social e econômica. Segundo Zanella (2006), vários fenômenos ligados às novas condições climáticas nas cidades, nessas últimas décadas, tais como o aumento da temperatura, a poluição atmosférica, as chuvas mais intensas, entre outros, passam a fazer parte do cotidiano da população, tornando-a vulnerável a inúmeros problemas deles decorrentes.

O intenso processo de urbanização das cidades, principalmente nas últimas duas décadas, tem proporcionado fatores negativos ao ambiente, dentre eles, a ocupação de encostas e margens fluviais, que, associada aos eventos de precipitação, acaba por provocar alagamentos e enchentes mais constantes e comuns. Segundo Brandão (2001), os impactos pluviais são, na maioria das vezes, enquadrados na categoria de eventos naturais extremos ou desastres naturais, dependendo de sua magnitude e extensão.

As constantes mudanças no clima estão provocando aumento nas ocorrências de eventos climáticos extremos no mundo inteiro. No Brasil, esses eventos ocorrem, principalmente, como enchentes (fortes chuvas) e secas prolongadas (MARENGO et al., 2010). No Nordeste os impactos são ainda maiores devido à grande variabilidade na ocorrência de precipitação dessa região. Os principais sistemas responsáveis pela ocorrência de precipitação no NEB são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), Linha de Instabilidade (LI), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Zona de Convergência Secundária do Atlântico Sul (ZCSAS) (MENEZES, 2010), Brisas (Marítima e Terrestres) e as Perturbações Ondulatórias nos ventos Alísios (POAS)

(MOLION; BERNARDO, 2002). O El Niño – Oscilação Sul (ENOS) é outro modo de variabilidade climática que influência na ocorrência de precipitação.

A previsão climática sazonal tem se revelado como o mais viável método de previsão da precipitação associada à ZCIT. Porém, os resultados produzidos por modelos numéricos são dependentes da sua destreza em representar as características físicas dos sistemas meteorológicos e da sua sensibilidade em relação às condições de contorno e iniciais (NOBRE, 1996).

Na região Semiárida, mesmo com as distribuições e ocorrências das chuvas irregulares e com atuações dos fatores meteorológicos sofrendo bloqueios que impedem as regularidades, existem condições necessária e suficiente de armazenamento, bastando para isto: não só um bom planejamento, como também um adequado monitoramento da qualidade de água (TENENBAUM; MEDEIROS, 2005).

A grande variabilidade intra-anual e interanual da precipitação são características marcantes no Nordeste brasileiro. No município de Teresina especificamente, as chuvas são fundamentais para o bom desenvolvimento do regime dos rios perenes, córregos, riachos, níveis dos lagos e lagoas, bem como para a ocupação do solo, sendo imprescindível ao planejamento de qualquer atividade ou conhecimento da sua dinâmica e uma aplicabilidade deste elemento ao setor agrícola e pecuário.

Nesse sentido objetivou-se diagnosticar a variabilidade dos índices pluviométricos em Teresina no Estado do Piauí no período de 1913 a 2010, uma vez que a área estudada se caracteriza por possuir uma variabilidade das chuvas e uma diversidade nos padrões de ocupação do solo, onde os impactos das precipitações têm grande significado nas áreas urbanas, devido ao fato de serem relacionados a eventos de enchentes, alagamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Teresina, com uma latitude de 05°05'20 ao sul e longitude de 42°48'07 ao oeste, localiza-se próximo à divisa com o Maranhão, ao oeste do estado, tem uma altitude de 72 metros, em média (Figura 1).

O centro da cidade localiza-se em uma depressão, e na maior parte da área do município, o relevo é bastante plano, com destaque para a região do bairro Monte Castelo (zona Sul), onde se verificam as maiores altitudes, e as adjacências dos bairros Satélite e Vila Bandeirante (ambos na zona Leste), onde existem muitos morros.

Teresina está inserido no caráter mesotérmico, com uma temperatura média mensal oscilando entre 26,9 °C e 30,1°C e com valor anual de 28,1°C, com elevada amplitude térmica oscilando entre 6,0°C e 19,5°C. A temperatura máxima anual é 33,8 °C, com oscilações mensais 31,8 °C a 37,1°C, a temperatura mínima anual é em torno de 22,4 °C e suas variações mensais oscilam entre 20,7 °C a 23,8°C. A umidade relativa do ar na área urbana varia entre 75 a 83% (MEDEIROS, 2013).

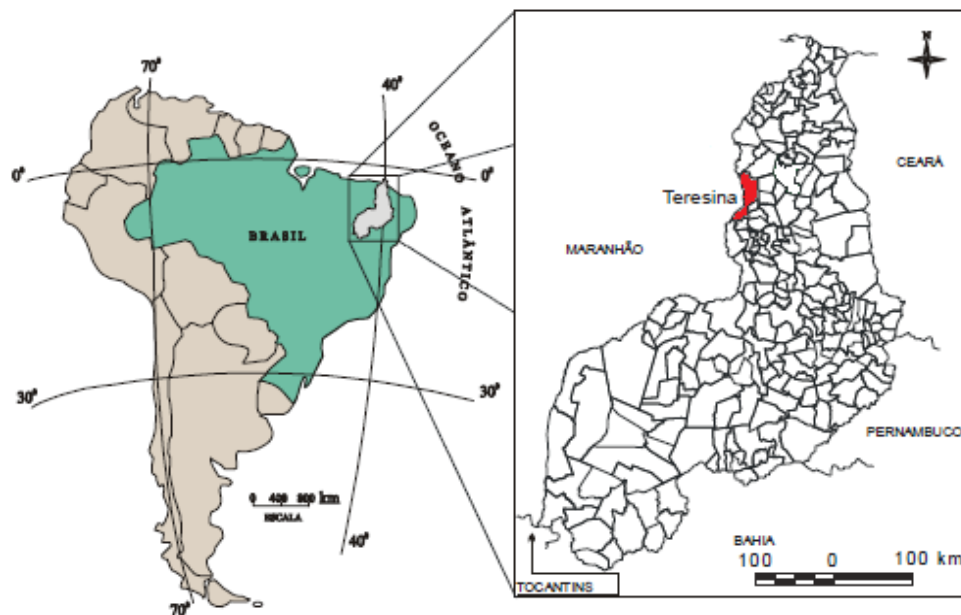
O clima local apresenta uma temperatura do ar média anual em torno de 29,6°C e umidade relativa d ar de 67,7% (MEDEIROS, 2013). A precipitação média anual é de 1.378 mm, e a evaporação média anual é de 2.149 mm e a insolação média anual de 3.194 horas, sendo os meses mais secos de maior insolação. O clima de Teresina, de acordo com a

classificação de Köppen é Aw', caracterizado por apresentar o mês mais frio com mais de 18°C e o mês mais seco com menos de 60 mm, com chuvas atrasando para o outono (EMBRAPA, 1986).

De acordo com as análises dos dados, a região de Teresina apresenta um clima do tipo C1W2S2A', Subúmido

Seco com vegetação associada à cerrado e com precipitação insuficiente em todas as estações segundo a classificação climática de W. C. Thornthwaite, que está baseado numa série de índices térmicos utilizando-se o balanço hídrico da região.

Figura 1. Localização do Estado do Piauí com destaque para o município de Teresina.



Fonte: Veríssimo et al. (2004) adaptado pelo autor (2016).

Dadas às informações climatológicas e dinâmicas do NEB, o município de Teresina – PI tem seu clima controlado pela variabilidade espacial e temporal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos vórtices ciclônicos de altos níveis, deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade e dos aglomerados convectivos, auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa.

As contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderadas as fracas em quase todos os meses do ano, sendo o fenômeno La Niña o principal fator para ocorrência de chuvas acima da média histórica provocando inundações, alagamento, enchentes, enxurradas e desmoronamento.

Utilizou-se das médias anuais de precipitação pluviométrica, para o período de 1913 a 2010, com 97 anos de dados observados. Esses dados foram coletados pelo DNOCS/SUDENE/EMATER-PI.

A utilização do Pacote de Microsoft Excel para elaboração de gráficos com a variabilidade anual das precipitações e os cálculos dos totais anuais de precipitação, precipitação histórica e desvio percentual.

Conforme Meiset al. (1981), pode-se analisar as precipitações no decorrer do tempo de diferentes maneiras, possibilitando o reconhecimento do seu comportamento geral, dos seus padrões habituais e extremos.

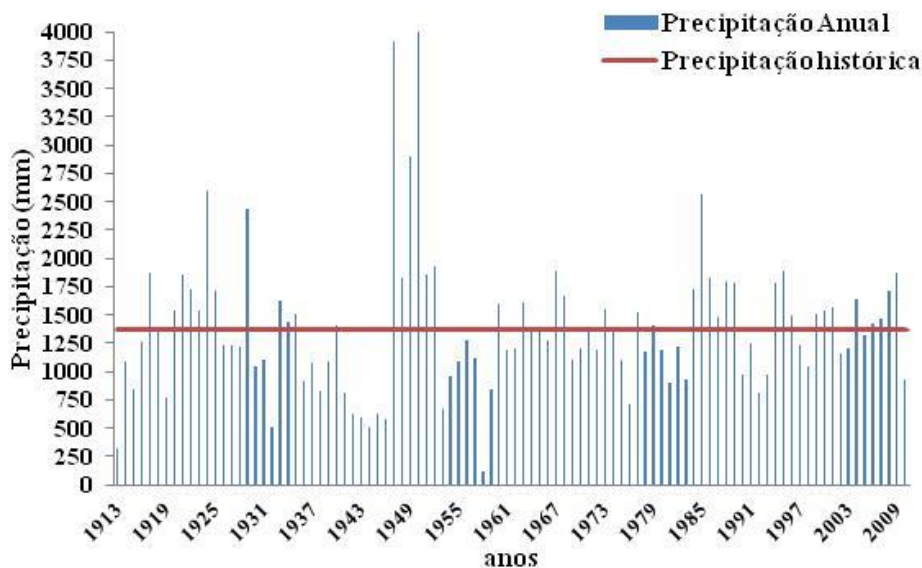
Foi efetuada uma análise de frequência das distribuições dos totais anuais das chuvas mediante a elaboração dos gráficos.

Utilizou-se a escala proposta por Meiset al. (1981) empregada por Xavier e Dornelas (2005), definida da seguinte forma: os valores anuais que mais se aproximaram do valor médio foram caracterizados como intermediários, e os valores de precipitação anual que se afastaram da média foram considerados como representativos para os anos mais secos e mais úmidos. Utilizou-se uma escala de variação de 25% em relação à média para os meses intermediários; valores acima da escala caracterizaram-se como anos muito chuvosos, e os abaixo dos 25%, anos secos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratando-se de uma região de clima subúmido seco, Teresina possui uma pluviosidade muito irregular, com sua magnitude alterando bastante ao longo dos anos. As oscilações da chuva se estabelecem em uma das características principais do regime pluviométricos em Teresina – PI. Na Figura 2 apresenta-se a distribuição da precipitação anual entre os anos de 1913 a 2010, em que a média anual foi de 1.378 mm.

Os índices de precipitação oscilando de 2000–2900 mm ocorreram em quatro anos dos 97 anos estudados. Apenas dois anos apresentaram precipitação anual com valores de 3.913 mm em 1946 e 4.013 mm no ano de 1950, abaixo dos 600 mm foram registrados cinco anos com este índice, e 75 dos 97 anos apresentaram precipitação acima, oscilando entre 900 a 1900 mm.

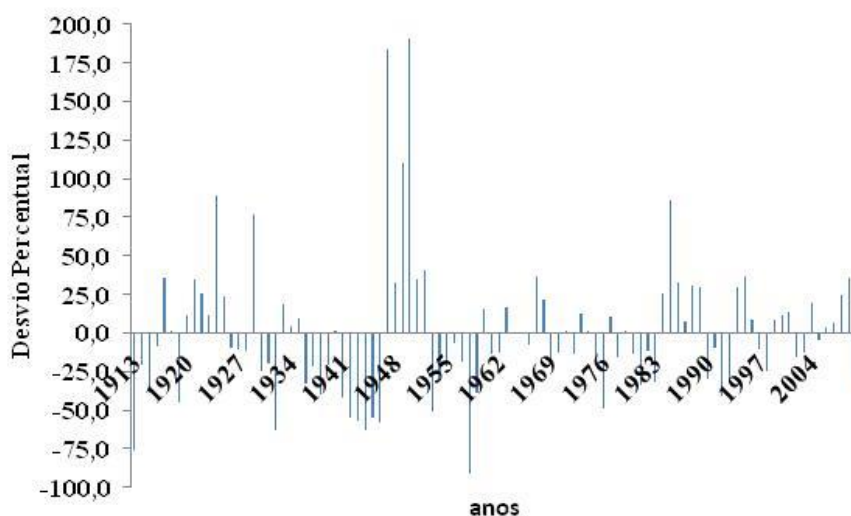
Figura 2. Distribuição temporal da precipitação anual no município de Teresina no estado do Piauí no período de 1913 a 2010.

O Diagnóstico da variabilidade dos índices pluviométricos em Teresina indica uma leve tendência de aumento desses totais anuais ao longo dos 97 anos, com um acréscimo de $0,03 \text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$, totalizando $11,0 \text{ mm}$ em toda a série. Contudo, não é possível afirmar que se trata de alguma mudança climática, pois, a variabilidade pluviométrica pode alterar essa tendência nos próximos anos.

A expressiva variabilidade pluviométrica que ocorre em Teresina procede em observáveis desvios anuais. Como se observa na Figura 3, durante os 97 anos, o que apresentou o maior índice anual foram os anos de 1947, 1949, 1950 e 1985 resultando em uma variação positiva em relação à normal superior aos 80% apresentando desvio percentual de 184;

111; 191 e 86% respectivamente. Os anos de 1913 (-76%), 1958 com -91% e o ano de 1976 com -49% e em 1992 com -40% foram os mais secos registrados em toda a série. O fenômeno El Niño, que ocorreu nos anos de 1997/1998, influenciou na redução considerável das chuvas nesses anos, uma vez que, em anos de El Niño, se observa uma diminuição dos totais pluviométricos na região Nordeste, provocando, em alguns anos, secas severas.

De acordo com Oliveira (2001), as intensidades dos eventos variam bastante de caso a caso, sendo o El Niño mais intenso desde as observações de TSM, os de 1982/1983, 1993 e 1997/1998.

Figura 3. Desvio percentual anual da precipitação em relação à média histórica no município de Teresina no estado do Piauí.

Na Tabela 1 estão descritos os valores da precipitação total anual, as médias históricas do período de 1913 a 2010 junto com o desvio percentual e sua respectiva classificação. A variabilidade também foi expressa na caracterização do ano normal, seco, chuvoso, muito seco, muito chuvoso, extremamente seco e extremamente chuvoso de acordo com o desvio em relação à média, como observado na Tabela 1. No total dos 97 anos observados, tem-se que 55

anos foram classificados como normais, 11 anos como seco, 14 anos como chuvoso, 8 anos como muito seco, 2 anos como extremamente seco e seis anos como extremamente chuvoso. Em todas as décadas prevaleceram anos normais, com maiores predominância de períodos normalizados nas décadas de 1960, 1970, 1990 e 2000. Essa década de 1991 a 2000 foi a que mais apresentaram anos muitos secos dentre as demais,

somando-se três anos, que foram justamente os anos classificados como de El Niño fortes (CPTEC/INPE, 2012).

Entre os anos de 1996 a 2008, os totais pluviométricos anuais forma dentro da normalidade. O ano de 2009 e 2010 foi classificado como chuvoso e seco. A precipitação se mostrou bastante variável, entre os anos de 1990 a 1995 com sua classificação variando de muito seco a chuvoso. As chuvas entre as décadas de 1960 e 1970 foram classificadas como normais exceto os anos de 1967 classificados como chuvoso e o ano de 1976 classificados como seco. Década de 1980 considerada como uma anomalia tendo sua variabilidade pluviométrica oscilando entre seco (1983) a extremamente chuvoso (1985).

Os anos de 1942 a 1946 foram classificados como muito secos, e os anos de 1947, 1949 e 1950 classificados como extremamente chuvoso ao passo que o ano de 1958 considerado extremamente seco.

Os anos extremamente chuvosos foram 1924, 1929, 1949, 1950 e 1985. Entretanto, os anos mais secos, ocorreram nos anos de 1913, 1932, 1942 e 1958 sendo os anos mais

acentuados, devido à atuação do fenômeno de El Niño forte. A análise da distribuição das chuvas no município de Teresina - PI demonstrou ligeira tendência de diminuição desses totais anuais ao longo dos 97 anos estudados.

Em relação aos desvios, encontrou-se uma predominância dos desvios positivos, que apresentaram uma variação positiva em relação à normal. Os desvios negativos, no período, foram encontrados em 52 anos, e os desvios positivos, em 45 anos. Quanto à análise realizada, esta permitiu identificar os meses mais chuvosos e secos, apresentando, também, os meses mais variáveis e, por isso, difíceis quanto à previsão bem como à probabilidade de recorrência no decorrer do tempo.

Sendo a série amostral um período de dados com grande significância, possuindo um período de 97 anos, é necessário que seja ampliada a série dos dados durante a segunda década do século XXI, para uma avaliação futura mais precisa; com isso, sugere-se uma continuidade dessas análises nos anos subsequentes.

Tabela 1. Índices pluviométricos anuais do período (1913-2010). Classificação anual, segundo método proposto por Meiset al. (1981). Ext. Seco = Extremamente seco, Ext. Chuvoso = Extremamente chuvoso.

Anos	Precipitação Anual (mm)	Precipitação Histórica (mm)	Desvio Percentual (mm)	Classificação
1913	324,1	1377,9	-76,5	Ext. Seco
1914	1086,8	1377,9	-21,1	Normal
1915	845,2	1377,9	-38,7	Seco
1916	1260,7	1377,9	-8,5	Normal
1917	1866	1377,9	35,4	Chuvoso
1918	1382,7	1377,9	0,3	Normal
1919	766,3	1377,9	-44,4	Seco
1920	1531,4	1377,9	11,1	Normal
1921	1850,2	1377,9	34,3	Chuvoso
1922	1730,9	1377,9	25,6	Chuvoso
1923	1539,4	1377,9	11,7	Normal
1924	2599,9	1377,9	88,7	Ext Chuvoso
1925	1710,2	1377,9	24,1	Normal
1926	1239,5	1377,9	-10,0	Normal
1927	1235	1377,9	-10,4	Normal
1928	1217,8	1377,9	-11,6	Normal
1929	2443,7	1377,9	77,3	Ext Chuvoso
1930	1043	1377,9	-24,3	Normal
1931	1108,7	1377,9	-19,5	Normal
1932	508,9	1377,9	-63,1	Muito Seco
1933	1630,3	1377,9	18,3	Normal
1934	1440,4	1377,9	4,5	Normal
1935	1514,2	1377,9	9,9	Normal
1936	920,7	1377,9	-33,2	Seco
1937	1072,9	1377,9	-22,1	Normal
1938	823,6	1377,9	-40,2	Seco
1939	1088,1	1377,9	-21,0	Normal
1940	1404,3	1377,9	1,9	Normal
1941	808,6	1377,9	-41,3	Seco
1942	623,8	1377,9	-54,7	Muito Seco
1943	591,8	1377,9	-57,1	Muito Seco
1944	506,6	1377,9	-63,2	Muito Seco
1945	621,6	1377,9	-54,9	Muito Seco
1946	574	1377,9	-58,3	Muito Seco
1947	3913,2	1377,9	184,0	Ext Chuvoso
1948	1828,7	1377,9	32,7	Chuvoso
1949	2903,4	1377,9	110,7	Ext.Chuvoso

1950	4013,4	1377,9	191,3	Ext. Chuvoso
1951	1862,2	1377,9	35,1	Chuvoso
1952	1934,8	1377,9	40,4	Chuvoso
1953	672,4	1377,9	-51,2	Muito Seco
1954	952,4	1377,9	-30,9	Seco
1955	1085,5	1377,9	-21,2	Normal
1956	1281,3	1377,9	-7,0	Normal
1957	1122	1377,9	-18,6	Normal
1958	119,7	1377,9	-91,3	Ext. Seco
1959	847,2	1377,9	-38,5	Seco
1960	1598,5	1377,9	16,0	Normal
1961	1190,7	1377,9	-13,6	Normal
1962	1198,5	1377,9	-13,0	Normal
1963	1608,8	1377,9	16,8	Normal
1964	1377,3	1377,9	0,0	Normal
1965	1368,1	1377,9	-0,7	Normal
1966	1271,9	1377,9	-7,7	Normal
1967	1881,6	1377,9	36,6	Chuvoso
1968	1671,9	1377,9	21,3	Normal
1969	1105,8	1377,9	-19,7	Normal
1970	1199,3	1377,9	-13,0	Normal
1971	1385,3	1377,9	0,5	Normal
1972	1193,1	1377,9	-13,4	Normal
1973	1550,7	1377,9	12,5	Normal
1974	1386,1	1377,9	0,6	Normal
1975	1108,8	1377,9	-19,5	Normal
1976	706	1377,9	-48,8	Muito Seco
1977	1528,5	1377,9	10,9	Normal
1978	1168,8	1377,9	-15,2	Normal
1979	1401,9	1377,9	1,7	Normal
1980	1188,5	1377,9	-13,7	Normal
1981	907,1	1377,9	-34,2	Seco
1982	1214,5	1377,9	-11,9	Normal
1983	935,1	1377,9	-32,1	Seco
1984	1732	1377,9	25,7	Chuvoso
1985	2568,5	1377,9	86,4	Ext Chuvoso
1986	1823,1	1377,9	32,3	Chuvoso
1987	1487,2	1377,9	7,9	Normal
1988	1795,3	1377,9	30,3	Chuvoso
1989	1788,7	1377,9	29,8	Chuvoso
1990	968,1	1377,9	-29,7	Seco
1991	1252	1377,9	-9,1	Normal
1992	820	1377,9	-40,5	Muito Seco
1993	969,8	1377,9	-29,6	Seco
1994	1787	1377,9	29,7	Chuvoso
1995	1888,3	1377,9	37,0	Chuvoso
1996	1494	1377,9	8,4	Normal
1997	1229	1377,9	-10,8	Normal
1998	1038,8	1377,9	-24,6	Normal
1999	1502,5	1377,9	9,0	Normal
2000	1537,4	1377,9	11,6	Normal
2001	1564	1377,9	13,5	Normal
2002	1162,2	1377,9	-15,7	Normal
2003	1210	1377,9	-12,2	Normal
2004	1646,2	1377,9	19,5	Normal
2005	1318,2	1377,9	-4,3	Normal
2006	1425	1377,9	3,4	Normal
2007	1467,4	1377,9	6,5	Normal
2008	1714,9	1377,9	24,5	Normal
2009	1869	1377,9	35,6	Chuvoso
2010	929,6	1377,9	-32,5	Seco

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos mostraram algumas tendências negativas de diminuição das chuvas, mesmo com a alta variabilidade das precipitações ao longo da série amostral, que compreendeu os 97 anos estudados.

Constatou-se a recorrência de valores máximos de precipitação anual dentro de um intervalo de 27, 11 e 8 anos aproximadamente.

Em Teresina, a distribuição da precipitação pluviométrica ocorre de forma irregular e com grande variação durante todo o ano, demonstrando que as chuvas ocorrem praticamente dentro da normalidade mesmo em anos de El Niño.

REFERENCIAS

- ALVES, J. M. B.; TEIXEIRA, R. F. B.; FERREIRA, A. G. Um intenso sistema convectivo de mesoescala no setor leste do Nordeste: O caso de 20 a 21 de maio de 1999. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 16, n. 1, p. 19-31, 2001.
- BRANDÃO, A. M. P. M. Clima Urbano e Enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2001.
- CPTEC/INPE-PNUD. Ocorrência de El Niño. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml>. Acesso em: ago. 2012.
- EMATER-PI. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí. 2008.
- EMBRAPA. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Vol. SNLCS. Rio de Janeiro. 1986.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cm x 200cm.
- MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; ZEE, D.; PINTO, H. S. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf>. Acesso em: out. 2010.
- 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, p.63-109, Eds. A. Rebouças, B., Braga e J. Tundisi. Editoras Escrituras, SP.
- MEDEIROS, R. M. Estudo Agrometeorológico para o estado do Piauí. p.123. Divulgação avulsa. 2013.
- MEIS, M. R. M.; COELHO NETTO, A. L.; OLIVEIRA, P. T. T. M. Ritmo e variabilidade das precipitações no vale do rio Paraíba do Sul: o caso de Resende. *Revista de Hidrologia e Recursos Hídricos*, v. 3, 1981.
- MENEZES, H. E. A. Influência da Zona de Convergência Secundária do Atlântico Sul sobre a ocorrência de precipitação no leste do Nordeste brasileiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal e Campina Grande. Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Campina Grande – PB, 2010.
- MENEZES, H. E. A.; SILVA, R. M.; ALVES, L. M.; CAMARGO JÚNIOR, H. Verificação do prognóstico de precipitação sazonal simulada pelo modelo Eta climático para o Nordeste do Brasil. In: *Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, XIII, 2003, Santa Maria – RS. Anais: Santa Maria-RS: SBA, 2003, p. 999-1000.
- MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 17, p. 1-10, 2002.
- NOBRE, P. A Variabilidade interanual do Atlântico Tropical e sua influência no clima da América do Sul. *Revista Climática – Edição comemorativa de 10 anos*, 1996.
- OLIVEIRA, G. S. O El Niño e Você: o fenômeno climático. Editora Transtec - São José dos Campos (SP), 2001.
- SLEIMAN, J.; SILVA, M. E. S. A Climatologia de Precipitação e a Ocorrência de Veranicos na Porção Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. *SIMP GEO/SP*, Rio Claro, 2008.
- TENENBAUM, R. V. O.; MEDEIROS, R. M. Variabilidade anual da precipitação pluvial e condições de armazenamento de água de chuva no município de São Raimundo Nonato, Piauí. In: *5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva*. Teresina – PI, 2005.
- THORNTHWAITTE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Publication in *Climatology* N° 8, Laboratory of Climatology, Centerton, N. J. 1955. Thornthwaite, C. W. An approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, London, v.38, p.55-94, 1948.
- VERÍSSIMO, L. S.; MELO, F.; MENESES, F. A. A.; Carneiro, M. M. M.; Albuquerque, V. C. Diagnóstico dos poços tubulares e a qualidade das águas subterrâneas no município de Campo Maior – PI. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Cuiabá – MT, p.1-11, 2004.
- XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P. C. Análise do comportamento das chuvas no município de Arapiraca, Região Agreste de Alagoas. *Revista de Geografia*, v. 14, n. 2, 2005.
- ZANELLA, M. E. Inundações Urbanas em Curitiba/PR: Impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no bairro Cajuru. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba, 2006.