

ANÁLISE TEMPORAL DAS INUNDAÇÕES EM TERESINA (PIAÚ), NORDESTE DO BRASIL

Francílio de Amorim dos Santos (1)

(1) *Instituto Federal do Piauí / Campus Piriapiri*. E-mail: francilio.amorim@ifpi.edu.br.

Resumo: O presente estudo propôs-se a analisar temporalmente a ocorrência de inundações no município de Teresina (PI), considerando o período de 2003 a 2016. A pesquisa contou com a aquisição de dados de precipitação de dois postos pluviométricos, a partir da série histórica de 2003 a 2016, que foram aliados ao levantamento das Portarias de Reconhecimento de Situação de Emergência (SE) ou de Estado de Calamidade Pública (ECP) oriundas dos processos de inundações. Os resultados apontaram que os dados de ambos os postos utilizados apresentam ótima correlação, com Coeficiente de Regressão linear (R) superior a 0,9. Outro ponto a ressaltar-se é que o período chuvoso em Teresina situa-se entre os meses de janeiro a maio, ao passo que março e abril são os mais chuvosos, devido sofrerem influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Por sua vez, os meses de junho a outubro apresentam os maiores Coeficientes de variação (Cv), fato que pode ser explicado pelo deslocamento da ZCIT para sua posição setentrional. Os anos com totais pluviométricos acima da média foram: 2004, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2011; no entanto, apenas em 2004 e 2009 foi decretado Situação de Emergência (SE) em Teresina. Deve-se destacar que devido o município de Teresina situar-se entre dois rios merece atenção e, por conseguinte, devem-se propor estratégias viáveis para remanejamento da população em risco potencial às inundações para áreas mais seguras.

Palavras-chave: Desastre Natural; Capital do Piauí; Estatística.

Introdução

A principal característica do Nordeste do Brasil (NEB) é sua distribuição espaço-temporal das precipitações pluviométricas, pois estas se concentram em 4 a 5 meses ao longo do ano. Esse fato é produto da dinâmica natural dos sistemas atmosféricos e fenômenos oceânicos atuantes na referida região. A pesquisa ora apresentada terá como enfoque os desastres naturais hidrológicos, particularmente as inundações.

Sabe-se que os desastres resultam da manifestação de fenômenos naturais em áreas habitadas, que variam de intensidade e potenciais distintos para causar danos. Desse modo, o Centro de Pesquisas sobre Epidemiologia de Desastres (*Center for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED*) conceitua desastre natural como uma situação ou evento que quando se manifesta supera a capacidade local para superação, necessitando pedido de nível nacional ou internacional para a assistência externa (CRED/EM-DAT, 2016).

Para Kobiyama *et al.* (2006), os desastres naturais são gerados pelas tentativas humanas fracassadas em dominar a natureza. No entanto, Almeida *et al.* (2013) ressaltam que as mudanças climáticas tem resultado no aumento da frequência e severidade dos eventos extremos e, conseqüentemente, tem afetado diretamente a agricultura.

O contexto desse trabalho buscou realizar estudo sobre os desastres de natureza

(83) 3322.3222

contato@joinbr.com.br

www.joinbr.com.br

hidrológica, particularmente as inundações, estas se referem a eventos naturais com periodicidade nos cursos d'água e tem origem a partir das anomalias positivas das chuvas que, por sua vez, apresentam-se fortes, rápidas ou de longa duração (TOMINAGA *et al.*, 2009).

Nesse cenário, a pesquisa desenvolvida no município de Teresina utilizou-se de dados de precipitação de dois postos pluviométricos disponibilizados no *site* da Agência Nacional de Águas (ANA), considerando para análise a série histórica de 2003 a 2016. Essas informações foram associadas ao levantamento das Portarias de Reconhecimento de Situação de Emergência (SE) ou de Estado de Calamidade Pública (ECP) oriundas dos processos de inundações, no Banco de Dados de Registro de Desastres da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC, 2017). Além do citado, também, realizou-se levantamento de reportagens em jornais acerca de episódios de inundações no município de Teresina.

Tomando-se como base que grande parte da população atual tem se localizado em áreas inadequadas, notadamente próximas às margens de cursos hídricos, esse estudo almejou analisar temporalmente a ocorrência de inundações no município de Teresina (PI), considerando o período de 2003 a 2016.

Metodologia

Localização da área em estudo

A pesquisa teve como área de estudo o município de Teresina, capital do estado do Piauí, cuja sede municipal situa-se às Coordenadas Geográficas de 05°05'21''S de Latitude Sul e 42°48'07''W de Longitude Oeste. Teresina encontra-se localizada na Macrorregião Meio-Norte do Piauí e Território de Desenvolvimento Entre-Rios (PIAUI, 2006), entre os Rios Parnaíba, o maior em extensão inteiramente nordestino, e o Poti. O citado município limita-se ao Norte com os municípios de 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).

De acordo com estimativas, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), em 2016, Teresina possuía uma população de 847.430 habitantes, que se distribuía por uma área de 1.391,9 km², resultando em uma densidade demográfica de 584,94 hab./km². Cita-se, ainda, que Teresina, em 2016, possuía 122 bairros em seu perímetro urbano (SEMPPLAN, 2017), sendo o mais populoso o bairro Itararé que, de acordo com o Censo de 2010, apresentava uma população de 32.443 habitantes (IBGE, 2017).

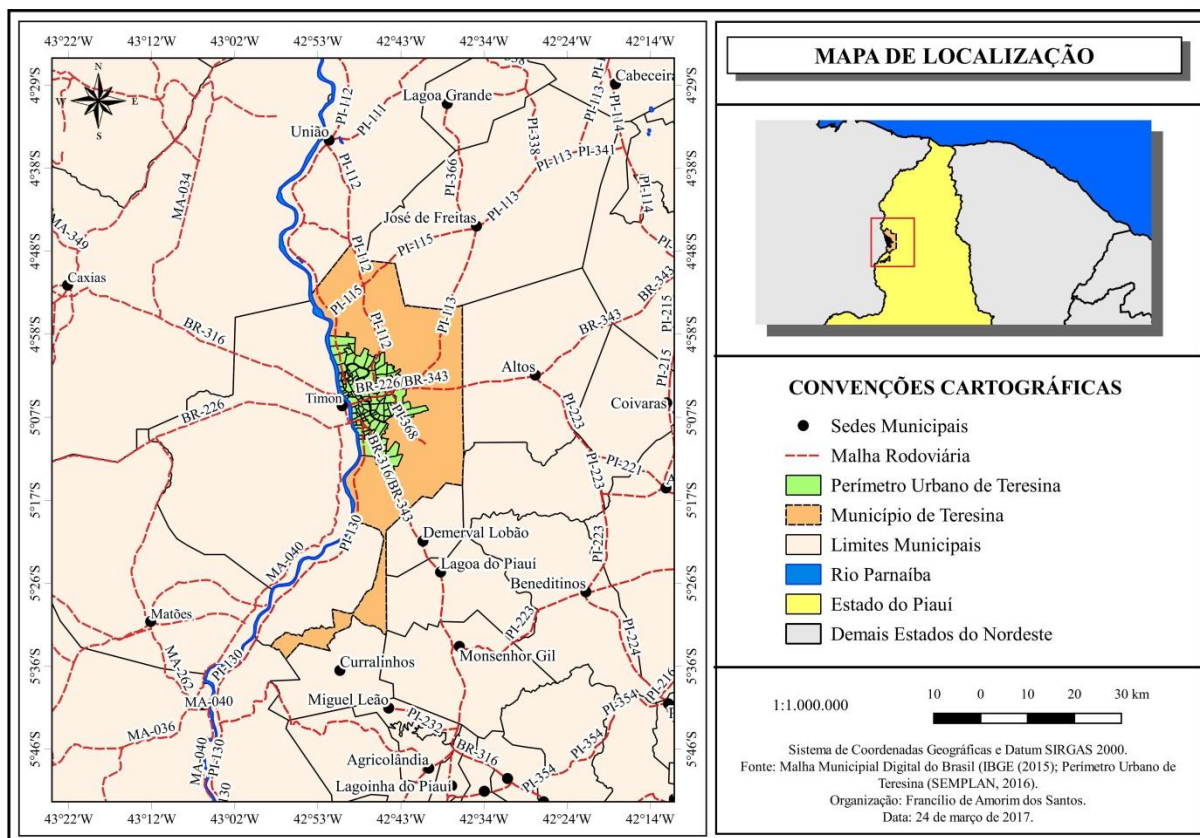


Figura 1. Localização do município de Teresina, capital do estado do Piauí.

Fonte: IBGE (2015); SEMPAN (2017).

Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os fenômenos oceânicos

Dentre os sistemas atmosféricos atuantes no Nordeste do Brasil, aquele que apresenta mais importância e influência é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Esta, de acordo com Ferreira e Mello (2005), produz abundância ou deficiência de chuvas na referida região, cuja área de influência abrange os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (ZANELLA, 2014). A ZCIT, conforme apontam Molion e Bernardo (2000), é responsável pelas precipitações pluviométricas que ocorrem entre fevereiro a maio.

A ZCIT atua de forma interativa com o fenômeno *El niño* Oscilação Sul (ENOS), especificamente *El niño* e *La niña*. O primeiro, como atestam Diniz *et al.* (2008), diz respeito à ocorrência de águas quentes que ocorrem próximas à costa Norte do Peru. Zanella (2014) destaca que esse aquecimento resulta no aquecimento das águas do Pacífico que, por sua vez, move toda a convecção para Leste e modifica o posicionamento da célula de Walker, inibindo a formação de nuvens e redução das chuvas no setor Setentrional do NEB. O *La niña*, como propõe Diniz *et al.* (2008), diz respeito ao resfriamento anômalo das águas do Oceano Pacífico e, por conseguinte, deslocando a convecção para Oeste e produzindo grande quantidade de chuvas, particularmente no NEB.

(83) 3322.3222

contato@joinbr.com.br

www.joinbr.com.br

Outro elemento que interfere na ocorrência da quantidade 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. Essa diferença de temperatura provavelmente tem papel primordial na intensidade e posicionamento da ZCIT. Desse modo, dependendo da intensidade e do período do ano em que ocorra o fenômeno *El niño*, a TSM responde por anos secos ou muito secos, particularmente quando associada à fase positiva, desfavorável às chuvas, do dipolo do Atlântico. Por outro lado, o fenômeno *La niña* está associado ao dipolo negativo do Atlântico, que causa anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos no NEB (FERREIRA e MELLO, 2005).

Procedimentos metodológicos

Preliminarmente, foi executado o levantamento dos postos pluviométricos com dados disponíveis para a série histórica de 2003 a 2016, junto ao *site* da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), que estivessem inseridos dentro dos limites municipais de Teresina ou mesmo em seu entorno. Desse modo, foi possível utilizar apenas dois postos (Quadro 1), postos que os demais apresentassem falhas.

Quadro 1. Características dos postos pluviométricos utilizados para análise das inundações do município de Teresina.

ID	Posto / Município	Longitude	Latitude	Altitude (m)
1	Teresina / Teresina	-05 5 0.00	-42 49 0.00	76
2	Teresina / Teresina	-05 5 1.60	-42 47 5.70	100

Fonte: ANA (2016).

Posteriormente, foi efetuado levantamento das Portarias de Reconhecimento de Situação de Emergência (SE) e/ou de Estado de Calamidade Pública (ECP), considerando o período de 2003 a 2016, para identificação dos anos com chuvas acima do normal, no município de Teresina. As Portarias de SE e ECP foram obtidas por meio do Banco de Dados de Registro de Desastres, disponível no *site* da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC). O *software* BioEstat, versão 5.0, foi utilizado para realização de procedimentos inerentes à estatística, considerando-se os seguintes parâmetros: média mensal e anual, Regressão linear (R) e Coeficiente de variação (Cv).

Resultados e Discussão

Análise estatística das precipitações pluviométricas em Teresina

A regressão linear (R) dos dados de precipitação pluviométrica, referente aos dois postos situados em Teresina, apresentou ótima correlação, posto que tenha apresentado valor superior a 0,9, qual seja 0,9072 (Figura 2).

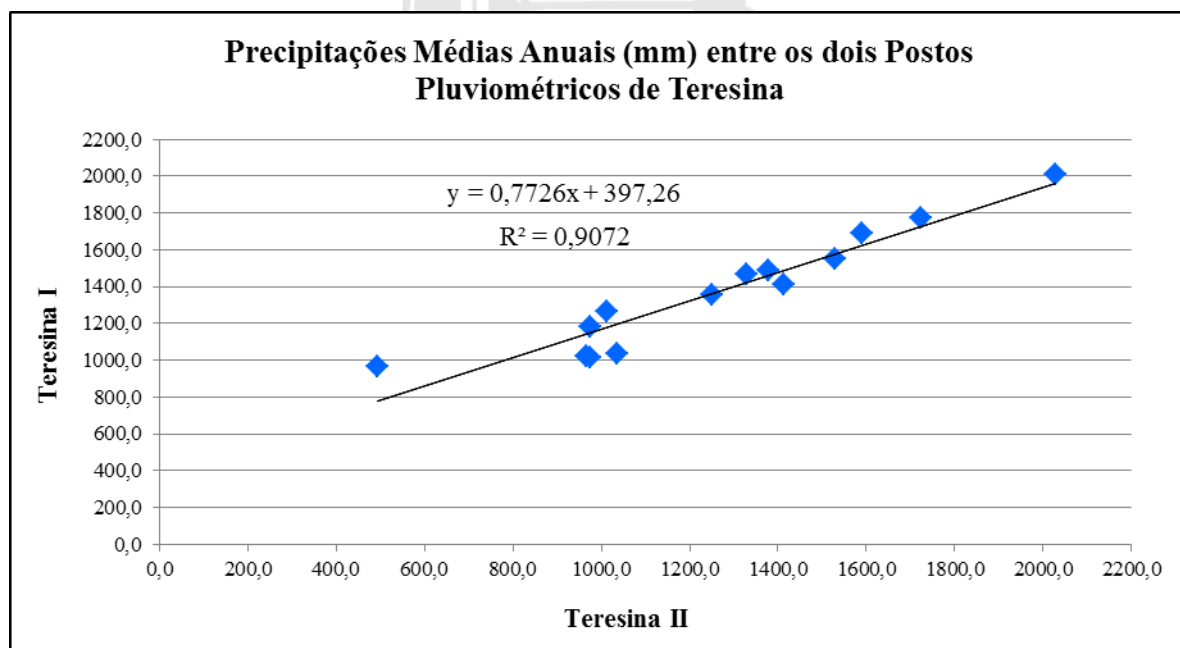


Figura 2. Regressão das Precipitações Médias Anuais (mm) dos postos pluviométricos localizados no município de Teresina (2003 a 2016).

Fonte: ANA (2017).

Quando analisadas as informações acerca dos totais de precipitação pluviométrica mensais no município de Teresina (Figura 3), pode-se constatar que o período chuvoso vai de janeiro a maio, destacando-se os meses de março a abril como os mais chuvosos, notadamente este último que apresentou médias de precipitações da ordem de 273,3 e 284,0 para os postos Teresina I e II, respectivamente. Deve-se ressaltar que não ocasionalmente março e abril são os meses mais chuvosos, posto que este seja o período em que a ZCIT encontra-se em sua posição mais meridional, aproximadamente a 4°S, gerando grandes volume de chuvas.

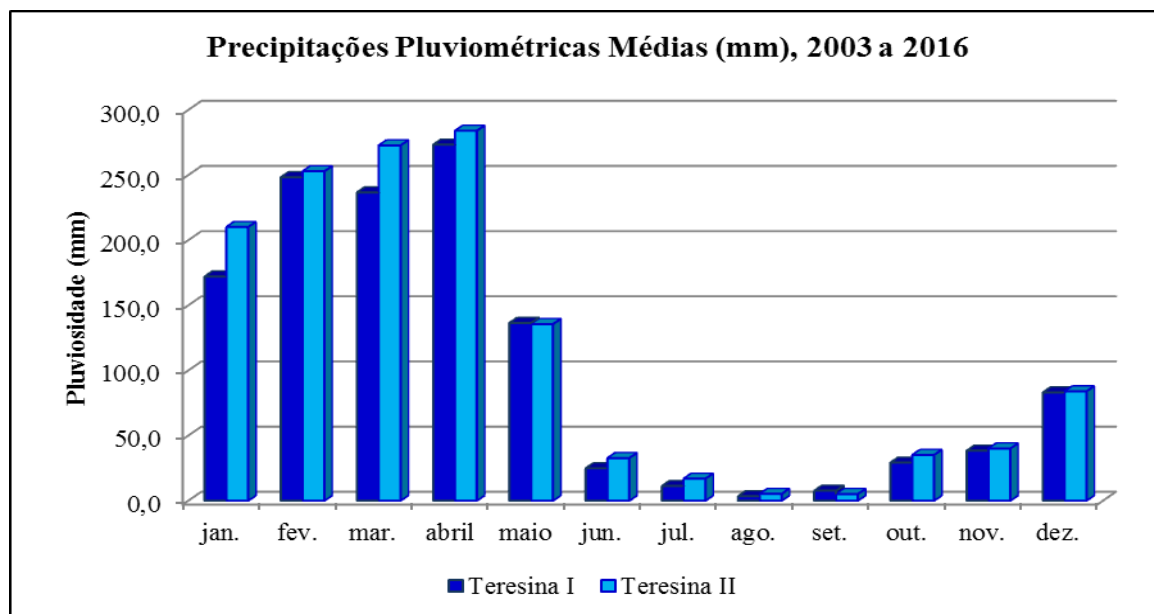


Figura 3. Precipitações pluviométricas médias mensais (mm) dos Postos Teresina I e II (2003 a 2016).

Fonte: ANA (2017).

Por meio das informações acerca das médias de precipitações pluviométricas mensais é possível corroborar o disposto acima (Figura 3), visto que os meses que apresentam maior variação foram (Figura 4): junho (116,9%), julho (124,0%), agosto (185,4%), setembro (118,8%) e outubro (163,3%). Tal fato ocorre devido esses meses serem aqueles que apresentam menor volume de precipitações, notadamente devido deslocamento da ZCIT para sua posição setentrional, resultando no período mais seco no NEB, particularmente em Teresina, ao passo que nesse município esse período é tradicionalmente conhecido como “B-R-O-BRO”, tendo relação com os meses mais secos e quentes.

A análise das precipitações da série histórica, de 2003 a 2016, possibilitou identificar que a média no município estudado é de 1.319,6 mm. Ao passo que ao longo da série histórica 6 anos tiveram totais de chuvas acima da média histórica (Figura 5), foram eles: 2004 (1.541,1 mm), 2006 (1.433,1 mm), 2007 (1.413,4 mm), 2008 (1.747,3 mm) e 2009 (2.020,4 mm), 2011 (1.639,9 mm).

Tais dados corroboram a distribuição irregular das precipitações pluviométricas em Teresina, particularmente concentradas nos meses de março e abril, devido ao posicionamento da ZCIT. A seguir será realizada análise espaço-temporal dos anos com precipitação acima da média histórica e suas repercussões no que tange aos processos de inundações.

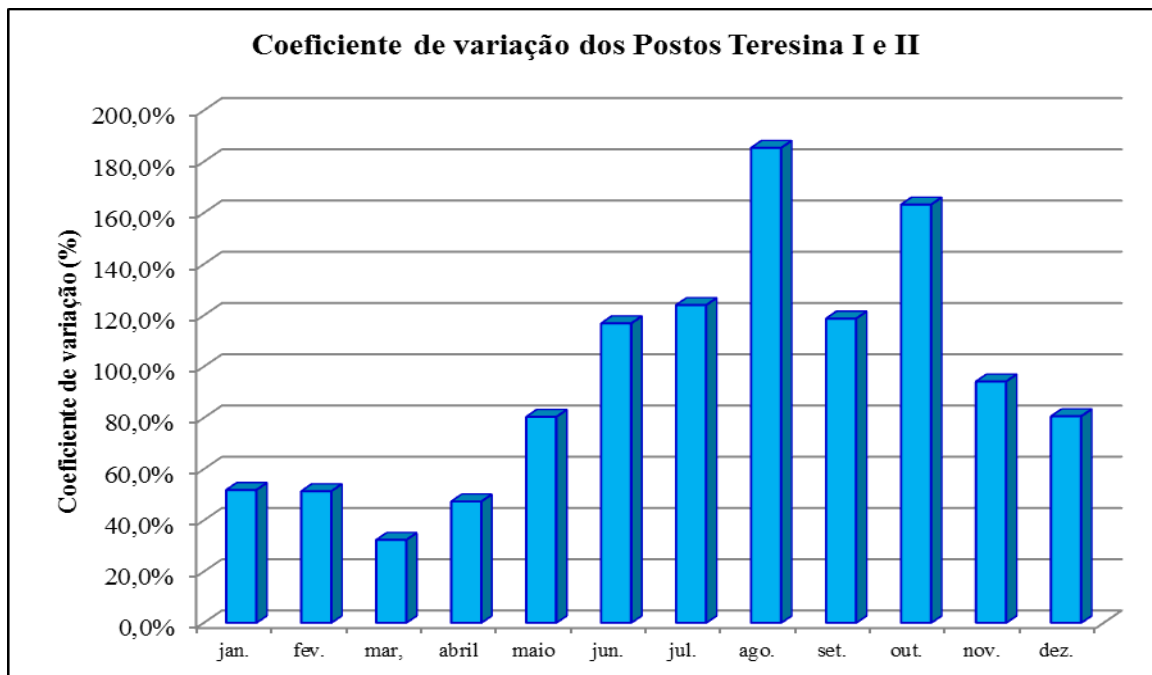


Figura 4. Coeficiente de variação (Cv) mensal médio das precipitações pluviométricas para o município de Teresina (2003 a 2016).

Fonte: ANA (2017).

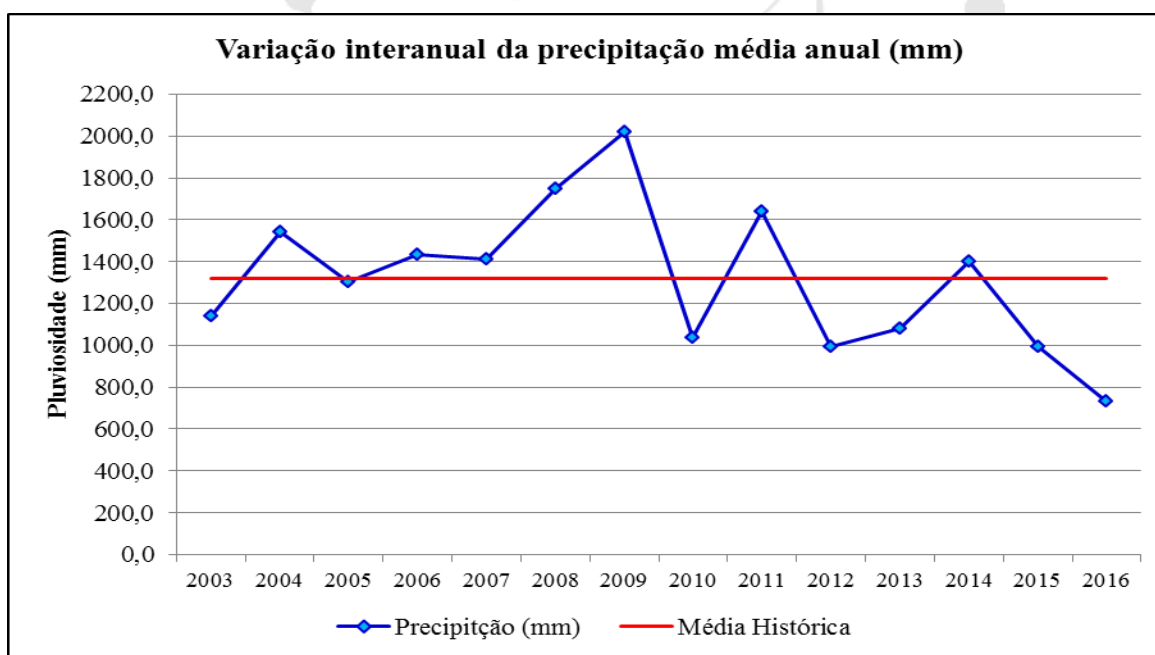


Figura 5. Variação interanual da precipitação média anual do município de Teresina (2003 a 2016). (\bar{x} = 1.319,6 mm).

Fonte: ANA (2017).

Análise temporal dos anos chuvosos e inundações em Teresina

Embora os dados dos postos pluviométricos tenham apontado 6 anos com precipitações acima da média histórica, apenas em 2004 e 2009 foram decretados Situações de Emergência (SE) em Teresina, conforme informações da (SEDEC, 2017). Desse modo, a análise desse estudo será concentrada nesses anos.

O ano de 2004 apresentou ENOS neutro e dipolo positivo no início da estação e negativo no término, possivelmente este final de estação com fase negativa do dipolo tenha propiciado o volume de chuvas acima do normal (OLÍMPIO, 2013). A Zona Norte de Teresina foi um dos principais pontos atingidos (Figura 6), ao passo que em termos gerais, conforme destaca Chaves (2013), mais de 500 famílias ficaram desabrigadas e muitas outras tiveram que desocupar suas casas devido à falta de estabilidade das mesmas.



Figura 6. Transbordamento do rio Parnaíba ocorrido em 2004 em Teresina, inundando de diversos bairros, particularmente da Zona Norte.

Fonte: TERESINA (2006, apud CHAVES, 2015).

O ano de 2009 teve interferência de *La niña* moderada a neutro e dipolo negativo e, por conseguinte, chuvas acima da média histórica (OLÍMPIO, 2013). Neste ano, conforme assevera Chaves (2013), os rios Parnaíba e Poti atingiram o seu nível máximo e, portanto, houve decretação de Situação de Emergências. Esse ano é apontado como um dos mais marcantes em relação ao processo de inundação, posto

que tenham ocorrido diversos pontos de alagamento, a exemplo dos bairros dos Noivos, Zona Leste (Figura 7) e Santa Maria da Codipi, Zona Norte.



Figura 7. Ponte Wall Ferraz interditada, Bairro dos noivos, Zona Leste de Teresina (2009).

Fonte: Portal AZ (2017).

Deve-se lembrar de que o município de Teresina fica localizado entre dois rios, o Parnaíba e o Poti e, como tal, a população cujas moradias ficam próximas a esses cursos hídricos apresentam risco potencial em ser atingida pelas águas desses rios, quando ocorre o aumento da vazão. Nesse sentido, Silva (2007) realça que as inundações tem relação com a acelerada expansão urbana e desordenada nas planícies fluviais do Parnaíba e Poti, tendo causado modificações no município objeto em estudo.

Nesse contexto, Gomes e Cavalcante (2012) destacam em seu estudo que a população vivencia a enchente como uma situação desagradável, particularmente devido às perdas sofridas, notadamente as de caráter material. Estudo aponta, ainda, que a população apresenta estado de passividade diante das dificuldades posteriores ao evento de inundação, principalmente devido a assistência recebida é reconhecidamente paliativa.

Conclusões

A priori cabe salientar a importância de estudos voltados ao conhecimento da dinâmica climática, particularmente das precipitações pluviométricas. Pois esta tem grande influência sobre as atividades humanas e, também, ao local onde escolhem para erguer suas habitações. Destaca-se, então, que o uso das informações disponíveis nas planilhas eletrônicas referentes aos postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA) foi essencialmente importante para o desenvolvimento do presente estudo.

Nesse cenário, os dois postos utilizados apresentaram ótima correlação, visto que seu Coeficiente de Regressão linear (R) consta de valor superior a 0,9. Pode-se, ainda, identificar que o período chuvoso em Teresina está situado entre os meses de janeiro a maio, com destaque particular para março e abril, que são os mais chuvosos, posto que sofram interferência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Por outro lado, os dados permitiram reconhecer que os meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro são aqueles que possuem maiores Coeficientes de variação (Cv), notadamente pelo fato de todos eles possuem valores superiores a 100%. Essa situação é explicada pelo fato de que são os meses que possuem menor quantidade de chuvas, resultado do deslocamento da ZCIT para sua posição setentrional.

O período analisado (2003 a 2016) permitiu identificar que os anos com totais pluviométricos superiores à média série histórica foram: 2004, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2011. No entanto, dentre esses 6 anos, apenas em 2004 e 2009 foi decretado Situação de Emergência (SE) em Teresina.

Embora não tenha apresentado grande influência do fenômeno ENOS, neutro nesse ano, e do dipolo que teve fase positivo no início da estação e negativo no término, 2004 teve um volume de chuvas acima do normal. Nesse cenário, a Zona Norte de Teresina foi uma das áreas mais atingidas pelas chuvas anormais, que levaram 500 famílias a ficarem desabrigadas e muitas outras a desocupar suas residências. Por sua vez, o ano de 2009, que apresentou interferência de *La niña* moderada a neutro e dipolo negativo, exibiu um dos anos com maior quantidade de pontos de alagamento como, por exemplo, os bairros dos Noivos (Zona Leste) e Santa Maria da Codipi (Zona Norte).

Em suma, partindo do pressuposto que o município de Teresina está localizado entre os Rios Parnaíba e Poti demanda atenção especial no que tange a expansão urbana, pois diversas residências encontram-se construídas dentro da planície de inundação de ambos os rios. Desse modo, devem-se buscar alternativas viáveis para realocação dessa população em

áreas sem risco potencial às inundações ou a outro tipo de desastre natural eminente.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, H.A.; FREITAS, R.C.; SILVA, L. Determinação de períodos secos e chuvosos em duas microrregiões da Paraíba através da técnica dos quantis. **Revista de Geografia** (UFPE), v. 30, n. 1, p.217-232, 2013.

ANA - Agência Nacional de Águas. Hidro Web - Sistema de Informações Hidrológicas. **Séries históricas – ano de 2003 a 2016**. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 14 de março de 2017.

CHAVES, S.V.V. Impactos pluviais e vulnerabilidade socioambiental em Teresina, Piauí, Brasil. In: **Anales del XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina**, Lima - Perú, 2013.

_____. **Vulnerabilidade às inundações em Teresina, Piauí**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. – Rio Claro, 2015.

CRED - Center for Research on the Epidemiology of Disasters. EM-DAT - Emergency Events Database. **Explanatory Notes: Classification**. Université Catholique de Louvain (UCL), Bruxelas. Disponível em: <<http://www.emdat.be/classification>>. Acesso em 15 de fevereiro 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.

FERREIRA, A.G.; MELLO, N.G.S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, Vol. 1, Nº 1, p.15-28. Dezembro de 2005.

GOMES. R.B.; CAVALCANTE, A.C.S. Desastres naturais: perdas e reações psicológicas de vítimas de enchente em Teresina-PI. **Psicologia & Sociedade**, vol.24, n.3, p.720-728, 2012.

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.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; PENTEADO BRAZZETEI, L.L.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF, F.M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba - PR: Organic Trading, 2006.

(83) 3322.3222

contato@joinbr.com.br

www.joinbr.com.br

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.

OLÍMPIO, J.L.S. **Desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do Ceará: subsídios à gestão dos riscos de secas e de inundações**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2013.

PORTAL AZ. **Poti gera caos. Água toma casas, avenidas e pontes em Teresina**. Notícia publicada em 04 de maio de 2009. Disponível em <<https://www.portalaz.com.br/noticia/cidades/135260/poti-gera-caos-gua-toma-casas-avenidas-e-pontes-em-teresina>>. Acesso em 24 de março de 2017a.

PIAUI. Gabinete do Governador. Palácio de Karnak. **Projeto de Lei Complementar nº 004, de 14 de fevereiro de 2006**. Estabelece o Planejamento Participativo Territorial para o Desenvolvimento Sustentável do estado do Piauí e dá outras providências. 2006.

SEDEC - Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Série histórica** - 2003 a 2016. Banco de dados sobre os municípios com Portaria de Reconhecimento de Estado de Calamidade Pública e Situação de Emergência. Disponível em <<http://www.mi.gov.br/web/guest/reconhecimentos-realizados>>. Acesso em 11 de fevereiro de 2017.

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.

SILVA, T. C. F. Análise das transformações (in) sustentáveis (1980-2004) nas planícies de inundação dos rios Parnaíba e Poti em Teresina-PI. **Cadernos de Cultura e Ciência (URCA)**, v.2, p.2, 2007.

TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Organizadores). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. – São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

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.