



## **Análise da anomalia de precipitação pluviométrica mediante o índice padronizado de precipitação da cidade de Teresina (PI)**

### **Analysis of rainfall anomaly through the standardized precipitation index of Teresina (PI)**

Lanzoerques Gomes da Silva Júnior<sup>1(\*)</sup>  
Andréa Maciel Lima<sup>2</sup>

#### **Resumo**

A realização desta pesquisa visa analisar o índice de precipitação pluviométrica da cidade de Teresina (PI), utilizando-se o método de padronização dos valores mensais dessa variável relacionando-os com o que se considera normal para um determinado mês dentro da série histórica analisada. Foram utilizados dados diários de precipitação da série histórica de 1961 a 2015. A metodologia baseia-se no cálculo do índice padronizado de precipitação, atribuindo uma função para os valores de chuvas, sendo ajustada a uma distribuição normal e analisando os desvios-padrões em relação à mesma. Nota-se que, embora tenha havido bastante oscilação, os intervalos estiveram em sua maioria dentro dos intervalos de ligeiramente úmido e ligeiramente seco, de 0,99 a -0,99, sendo a normal climatológica estabelecida para a série. A anomalia positiva de precipitação ocorreu em três momentos distintos, de novembro de 1963 a setembro de 1964, de janeiro a maio de 1967 e de maio a agosto de 2009, em que a categoria atingiu valores intitulado de extremamente úmido. A anomalia negativa ocorreu de maio de 1981 até março de 1995, salvo os meses de setembro a dezembro de 1984, alcançando a categoria de extremamente

---

1 Graduando em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Endereço: Avenida João Naves de Ávila, 2121, Bairro Santa Mônica, CEP: 38400-902, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil; E-mail: lanzoerques@yahoo.com.br (\*) Autor para correspondência.

2 Graduada em Geografia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI); Endereço: *Campus* Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro do Ininga, CEP: 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil; E-mail: andreaamaciel12@hotmail.com



seco. Salienta-se que, dos anos de 1981 a 1995, não foram considerados os anos de 1985 a 1992 devido à falha de dados nesse intervalo de tempo.

**Palavras-chave:** padronização; precipitação; Teresina.

## Abstract

This research aims to analyze the rainfall index of Teresina (PI), using the method of standardization of the monthly values that variable relating them to what is considered normal for a given month in the historical series analyzed. Daily rainfall data is the historical series were used in 1961 to 2015. The methodology is based on the calculation of standardized precipitation index by assigning a function to the rainfall values being adjusted to a normal distribution and analyzing the relative standard deviations the same. Note that although there has been quite oscillation intervals were mostly within the slightly damp and slightly dry intervals of 0.99 to -0.99, with the climatological normal established for the series. The positive anomaly of precipitation occurred in three distinct moments, from November 1963 to September 1964, January to May 1967 and from May to August 2009, where the category values reached titled extremely humid. The negative anomaly occurred from May 1981 through March 1995, except for the months from September to December 1984, reaching the extremely dry category. It's noted that the years 1981 to 1995 were not considered the years 1985 to 1992 due to data failure in the interval.

**Key words:** Standardized; precipitation; Teresina.

## Introdução

Estudar e compreender o clima tornou-se de vital importância para o homem. Diante da sua relação intrínseca com a natureza, Mendonça e Danni-Oliveira (2007) defende que desvendar a dinâmica da atmosfera foi necessário, para que os grupos sociais saíssem de meros observadores, não

só compreendendo o funcionamento de alguns fenômenos, mas também se tornando manipuladores em diferentes escalas.

Entender a dinâmica da atmosfera é um processo complexo, pois a mesma não é estática como afirma Max Sorre (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007), já que o ritmo é um dos elementos essenciais do clima e deve-se levar em conta



o fator tempo (duração). Para tanto, clima é a série de estados atmosféricos sobre determinado lugar em sua sucessão habitual. Os elementos climáticos e os fatores do clima são utilizados para compreensão do tipo de tempo e dos climas. Estes elementos vêm a ser a temperatura, umidade e a pressão, sendo influenciados pelas precipitações, ventos, nebulosidades, dentre outros.

O estudo das chuvas é um dos principais parâmetros climáticos a serem considerados nos climas urbanos, principalmente, pelo agravamento dos impactos ocasionados pelas expansões desses maciços. Em casos de excesso de chuvas, os impactos vêm a ser agravados pela impermeabilização dos solos, ausência de infraestrutura do escoamento dos esgotos, poluição e outros problemas encontrados nas cidades. Da mesma forma, a ocorrência de secas promove alterações no abastecimento de água e agricultura, afetando direta e indiretamente a população das cidades.

Buscando utilizar técnicas de elaboração de índices de padronização, Mckee; Doesken e Kleist (1995), desenvolveu o Índice Padronizado de Precipitação (SPI em inglês), com a finalidade de monitoramento de condições associadas às secas e aos excessos de chuvas. Para tanto, a análise foi aplicada no município de Teresina- PI, ilustrado na figura 1. Os dados para análise do SPI foram adquiridos da estação meteorológica convencional (OMM: 82578), situada em Teresina, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 05° 05' S, longitude 42° 48' W e altitude média em relação ao nível

do mar de 74,36 metros, estação indicada no mapa da figura 1.

Segundo a classificação de Koppen, o clima teresinense recebe a denominação de Aw, clima tropical e chuvoso (savana) com inverno seco e verão chuvoso. Andrade (2000) afirma que a cidade está situada numa área de influência tropical alternadamente úmida e seca. Esse clima caracteriza-se principalmente por ser quente, como também pela ocorrência de uma estação chuvosa no verão e outra seca no inverno, cuja variação temporal da precipitação é determinada sobretudo pelo comportamento e pelas características das massas de ar que atuam nessa região.

Assim, o objetivo desse trabalho está voltado para a análise do índice de precipitação pluviométrica da cidade de Teresina (PI), considerando a série histórica dos anos de 1961 a 2014. No entanto, devido à falha de dados, os intervalos dos anos de 1981 a 1995 e 1985 a 1992 não foram considerados na análise.

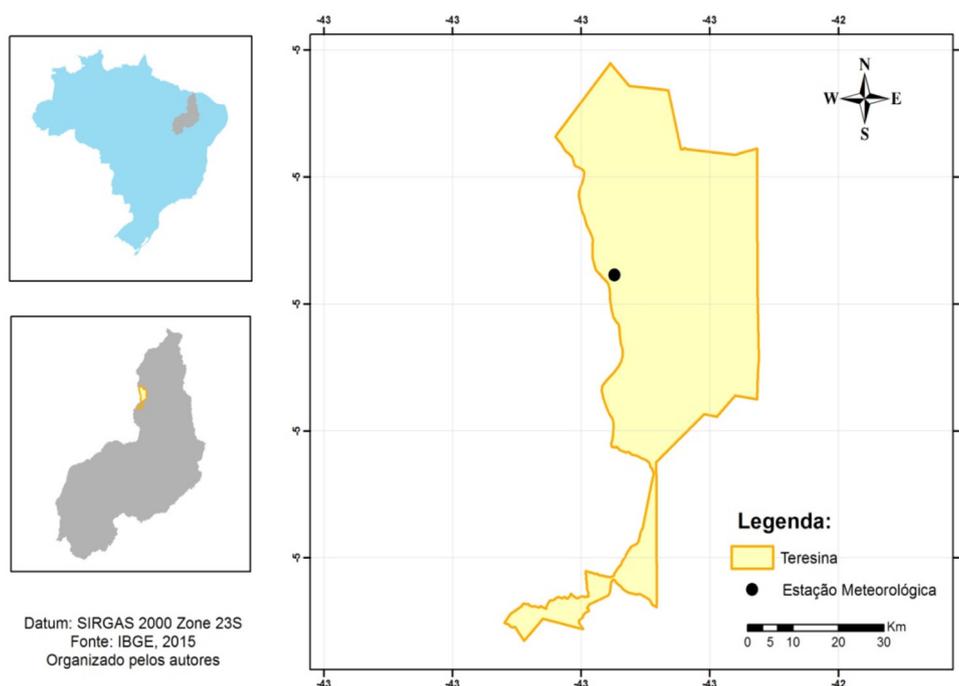
## Material e Métodos

A realização desta investigação deu-se início mediante análise de referencial teórico conceitual acerca do tema proposto a ser estudado. Utilizaram-se dados de precipitação e temperatura da estação meteorológica convencional de superfície de Teresina – PI, código (OMM: 82578), disponibilizados pelo Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) pertencente ao Instituto Nacional



Figura 1 – Localização do município de Teresina - PI e da estação meteorológica convencional

### Localização do município de Teresina-PI



de Meteorologia (INMET). A série histórica analisada compreende os anos de 1961 a 2014, totalizando 53 anos, salvo alguns sem registro e outros com falha de registro mensais.

Após essa etapa, os dados foram organizados e tratados em planilha eletrônica do Microsoft Excel Starter 2007, de onde foram exportados para o *software* SPSS Statistics 17.0 para análise estatística. Também em ambiente Excel, elaborou-se o gráfico de climograma e de índice padronizado de precipitação. O mapa de localização foi

elaborado no *software* ArcMap 10.1, cuja base cartográfica foi extraída diretamente do sítio eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Segundo a metodologia proposta por Pita Lopez (2001), o índice padronizado de chuvas é calculado a partir de precipitação mensal em três fases sucessivas. Tal proposta foi aplicada na padronização de dados de chuva cujos valores, quando padronizados, foram ajustados a uma distribuição normal e posteriormente ajustados os desvios-padrões



em relação às medianas. Ainda de acordo com a metodologia proposta, calculou-se o índice padronizado de chuvas a partir da precipitação mensal em três fases sucessivas. A primeira baseia-se em calcular a anomalia pluviométrica a partir da expressão:

$API = P_i - PMED$  em que: API = Anomalia de precipitação mensal;  $P_i$  = Precipitação mensal; e PMED = Precipitação mediana do mês.

Na fase seguinte, calcularam-se as anomalias de temperatura com base no primeiro mês da série. Ao se encontrar uma anomalia acumulada negativa, dá-se início a uma sequência de período com temperaturas abaixo da mediana estabelecida para o mês, que se finaliza com a aparição de uma anomalia positiva. No decorrer desta sequência de excedente, as anomalias permanecem em acumulação até que surja uma nova anomalia negativa, quando ocorre uma nova sequência de precipitação abaixo da mediana mensal obtida pelo mesmo método. Assim, reinicia-se o cálculo das acumulações a partir do valor negativo de anomalia de precipitação.

$$AP_{Ai} = ? AP_i$$

Sendo que  $i = 1$ , desde que  $AP_1 < 0$  e  $AP_{A1} - 1 = 0$ . Tem-se que:  $AP_{A1}$  = anomalia da precipitação acumulada do mês.

A última etapa consiste na padronização das anomalias acumuladas por meio de sua conversão em pontuações:

$$Z: ZPA_i = (AP_{Ai} - APA) / sAPA$$

Tem-se que:  $ZPA_i$  = Anomalia de precipitação padronizada acumulada do mês; APA = Valor médio de anomalias de precipitação acumulada

para todos os meses da série; e  $sAPA$  = desvio padrão de anomalias de precipitação acumulada para todos os meses da série.

As classes empregadas para o valor de SPI gerado são apresentadas na tabela 1, usando-se a terminologia adaptada de McKee; Doesken e Kleist (1995).

Tabela 1 - Classificação das classes de intensidade de precipitação com base no método SPI

INTERVALO SPI	CATEGORIA
> 2	Extremamente Úmido (XU) - (2 a 3 vezes a cada 100 anos)
1,5 a 1,99	Muito Úmido (MMU)
1,00 a 1,49	Moderadamente Úmido (MU)
0,00 a 0,99	Ligeiramente Úmido (LU) - (7 vezes a cada 10 anos)
0,00 a -0,99	Ligeiramente Seco (LS) - (7 vezes a cada 10 anos)
-1,0 a -1,49	Moderadamente Seco (MS)
-1,5 a -1,99	Muito Seco (MMS)
$\leq -2,00$	Extremamente Seco (XS) - (2 a 3 vezes a cada 100 anos)

Fonte: McKee; Doesken e Kleist (1995).

Nota: Organização: Os autores (2015).

## Resultados e Discussão

Para auxiliar na compreensão do comportamento da precipitação ao longo do período histórico considerado, elaborou-se o climograma de Teresina (Figura 2), cuja temperatura média diária compensada



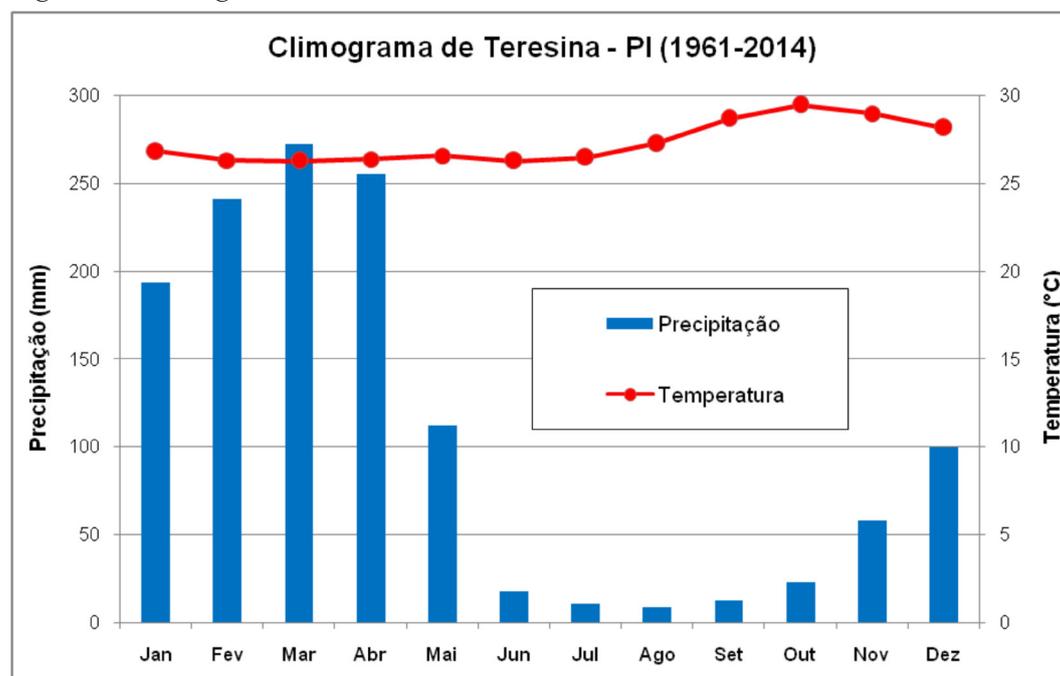
ficou com valor de 27,3 °C, e a precipitação média anual, com cerca de 1.303 mm.

Verifica-se a predominância de dias quentes ao longo de todo o ano, com temperaturas médias não abaixo de 25 °C, destacando-se os últimos quatro meses do ano, com valores médios mensais próximos a

30 °C. Com relação à precipitação, de janeiro a abril é o período em que ocorrem os maiores volumes, com março sendo o mais chuvoso, totalizando 262,8 mm mensais em média.

Em contrapartida, há meses com menores alturas pluviométricas, que vão de junho a outubro, totalizando esse período

Figura 2 – Climograma da cidade de Teresina - PI (1961-2014)



Fonte: Os autores (2015).

com 14,3 mm em média. Chama atenção os meses de maio, novembro e dezembro, como sendo os meses de transição entre os períodos seco e chuvoso, com totais pluviométricos de 111,9 mm, 58,3 mm e 99,8 mm respectivamente.

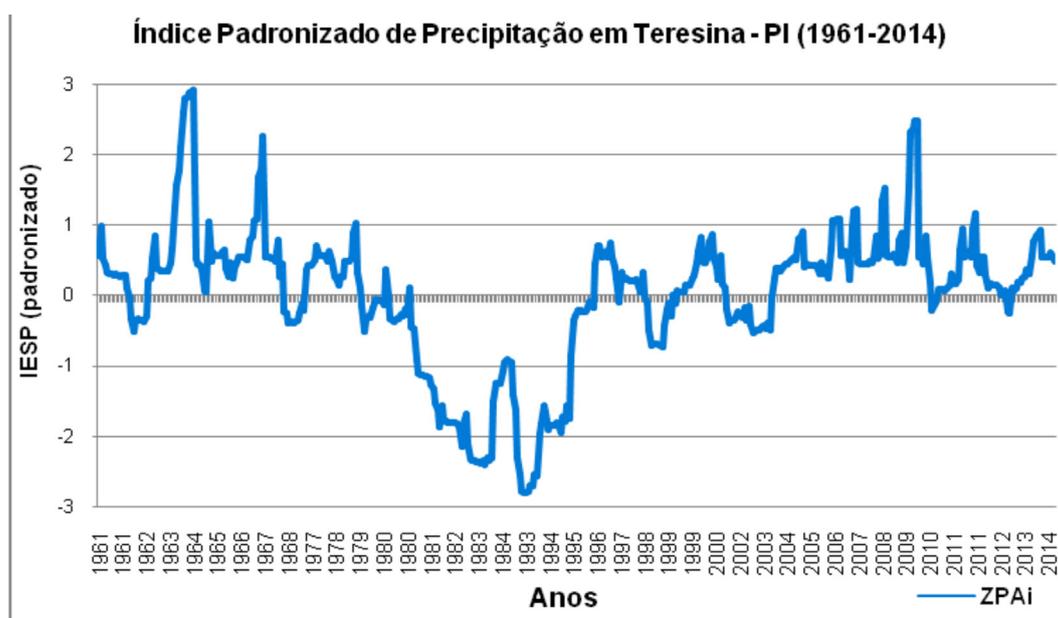
Em seguida, utilizando-se dos

totais pluviométricos mensais padronizados, elaborou-se a figura 3 para ilustrar o comportamento da variável ao longo do período histórico.

Observa-se que, ao longo dos anos, houve bastante oscilação do índice padronizado, com picos de valor positivo e



Figura 3 – Padronização dos totais pluviométricos na cidade de Teresina – PI (1961-2014)



Fonte: Os autores (2015).

negativo, porém, predominando no intervalo como sendo o da normal climatológica. Pode-se afirmar que, salvo três picos ligeiros de anomalia pluviométrica positiva e dois de negativa um pouco mais alongados, o restante do período analisado esboçou ligeiras oscilações dentro do intervalo de 0,99 a -0,99, denominados de ligeiramente úmido e ligeiramente seco, respectivamente, com predominância para períodos úmidos, segundo parâmetros da tabela 1.

Com relação aos três picos de anomalia positiva, o mais expressivo é referente ao intervalo de tempo de novembro de 1963 a setembro de 1964, quando a categoria atingiu o número de 2,92, a maior estabelecida para o

período de extremamente úmido. De janeiro a maio de 1967, a categoria atingiu valor de 2,25, também denominado de extremamente úmido. Por fim, em 2009, a categoria chegou a 2,47 no mês de agosto, em que, desde maio, constata-se a presença de anomalia positiva.

Da anomalia negativa, nota-se, que desde o mês de maio de 1981 até março de 1995, os valores estiveram abaixo de -0,99, salvo os meses de setembro a dezembro de 1984, quando estiveram muito próximos de passar para a próxima categoria. Tal fato fez com que o final do ano de 1984 dividisse o período de anomalia negativa em dois. O primeiro teve como o mês de dezembro de 1983 o de menor intervalo, -2,39; e o segundo,



com -2,80, em junho de 1993. Ambos os picos alcançaram a categoria de extremamente seco, segundo a classificação proposta.

### Considerações Finais

De maneira geral, verifica-se que, assim como estudos realizados em outras localidades do Brasil, existem falhas de registro de alguns anos no banco de dados e de alguns anos com alguns meses sem registro, fato que diminui a consistência da série histórica analisada, embora não contribua de maneira significativa para a distorção dos resultados.

A partir da realização da figura 3, pôde-se analisar o comportamento da chuva ao longo do período histórico considerado mediante a padronização dessa variável. Percebeu-se a predominância do índice padronizado entre os intervalos de 0,99 a -0,99, denominados de ligeiramente úmido e ligeiramente seco, intervalo também

entendido como sendo o da normal climatológica para o período considerado.

Observou-se também que a anomalia positiva de precipitação ocorreu em três momentos distintos, de novembro de 1963 a setembro de 1964, de janeiro a maio de 1967 e de maio a agosto de 2009, cuja categoria atingiu valores intitulado de extremamente úmido.

Da anomalia negativa, de maio de 1981 até março de 1995, os intervalos foram menores que -0,99, salvo os meses de setembro a dezembro de 1984, dividindo o longo período de dois, com o primeiro se encerrando em agosto de 1984 e o segundo se iniciando em janeiro de 1993. Ambos os períodos alcançaram a categoria de extremamente seco.

Em suma, com relação ao período de anomalia de precipitação negativa, salienta-se que, dos anos seguidos de 1981 a 1995, não foram considerados os anos de 1985 a 1992 devido à falha de dados nesse intervalo de tempo.

### Referências

ANDRADE, C. S. P. **Representação do calor em Teresina, PI**. 2000. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pernambuco (UFPE), Recife, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas geográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 21 set. 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 21 set. 2015.



McKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. Drought monitoring with multiple time scales. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 9., 1995, Dallas. **Proceedings...** Dallas: The University of America® - Southwest Climate Change Network, 1995. p. 233-236.

MENDONÇA, F. A.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206f.

PITA LOPEZ, M. F. Un nouvel indice de Sécheresse pour les Domaines Méditerranéens. **Asociación Internacional de Climatología**, v.13, Tesalónica, Universidad de Tesalónica, 2001. p. 225-233.

I Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias - SASGEO - 2015

Eixo temático: Climatologia e recursos hídricos

[www.sasgeo.eco.br](http://www.sasgeo.eco.br)