

Artigo de Pesquisa

**NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA
NOS MUNICÍPIOS DE JOÃO PESSOA E CAMPINA GRANDE,
ESTADO DA PARAÍBA ENTRE 1981 A 2020****Climatological normals of rainfall in the municipalities of João Pessoa and
Campina Grande, state of Paraíba between 1981 and 2020**Maxsuel Bezerra do Nascimento¹, Israel Walter Hilário Silva², Claudio Moises Santos e Silva³

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Natal/RN, Brasil. E-mail. maxsuel10gba@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6381-2688>

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Natal/RN, Brasil. E-mail. israel.agrarias@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9654-5261>

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Natal/RN, Brasil. E-mail. claudio.silva@ufrn.br

 <https://orcid.org/0000-0002-2251-7348>

Recebido em 17/05/2023 e aceito em 12/12/2023

RESUMO: Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM) as normais climatológicas são valores médios das variáveis meteorológicas calculados a partir de observações ao longo de 30 anos. Esses valores médios são importantes para a realização de estudos sobre a precipitação e outras variáveis climáticas, pois ajudam a compreender a dinâmica climática de cada município, estado, bacia ou região do país. Além disso, permitem analisar a duração dos períodos chuvosos e secos, o que pode auxiliar na estratégia de gestão hídrica e econômica das regiões. O objetivo da presente pesquisa foi analisar mudanças na variabilidade climática de dois municípios: Campina Grande (CG) e João Pessoa (JP) do estado da Paraíba com base nas climatologias, 1981-2010 e 1991-2020. Para isso, utilizou-se dados obtidos do portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os métodos utilizados foram de ponderação regional e a dupla massa para o preenchimento de falhas, além disso utilizou-se o método de Krigagem para a espacialização dos dados no software QGIS e Golden Software Surf. As normais climatológicas temporal mensal do município de Campina Grande apresentam dois períodos distintos: um chuvoso de março a agosto, e um período seco de setembro a fevereiro. Em João Pessoa o período chuvoso vai de março a julho, e o seco de agosto a fevereiro. Os resultados apontam que a precipitação do período chuvoso tem diminuído na ordem de 1% em ambas as cidades. Com as normais climatológicas espaciais mensais de CG e JP, foi possível evidenciar características no decorrer dos meses, com alternância entre aumento e diminuição da precipitação no espaço-tempo.

Palavras-chave: Temporal; espacial; Regime de precipitação.

ABSTRACT: According to the World Meteorological Organization (WMO), climatological normals are average values of meteorological variables calculated from observations over 30 years. These average values are important for carrying out studies on precipitation and other climate variables, as they help

to understand the climate dynamics of each municipality, state, basin or region of the country. Furthermore, they allow analyzing the duration of rainy and dry periods, which can assist in the water and economic management strategy of the regions. The objective of this research was to analyze changes in climate variability in two municipalities: Campina Grande (CG) and João Pessoa (JP) in the state of Paraíba based on climatologies, 1981-2010 and 1991-2020. For this, data obtained from the National Institute of Meteorology (INMET) portal was used. The methods used were regional weighting and double mass to fill gaps, in addition, the Kriging method was used to spatialize the data in the QGIS and Golden Software Surf software. The monthly climatological normals in the municipality of Campina Grande present two distinct periods: a rainy period from March to August, and a dry period from September to February. In João Pessoa the rainy season runs from March to July, and the dry season from August to February. The results indicate that precipitation during the rainy season has decreased by around 1% in both cities. With the monthly spatial climatological normals of CG and JP, it was possible to highlight characteristics over the months, with alternation between increase and decrease in precipitation in space-time.

Keywords: Temporal; spatial; Precipitation regime.

RESUMEN: Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), las normales climatológicas son valores medios de variables meteorológicas calculados a partir de observaciones a lo largo de 30 años. Estos valores promedio son importantes para la realización de estudios sobre precipitación y otras variables climáticas, pues ayudan a comprender la dinámica climática de cada municipio, estado, cuenca o región del país. Además, permiten analizar la duración de los períodos lluviosos y secos, lo que puede ayudar en la estrategia de gestión hídrica y económica de las regiones. El objetivo de esta investigación fue analizar los cambios en la variabilidad climática en dos municipios: Campina Grande (CG) y João Pessoa (JP) en el estado de Paraíba con base en las climatologías, 1981-2010 y 1991-2020. Para ello se utilizaron datos obtenidos del portal del Instituto Nacional de Meteorología (INMET). Los métodos utilizados fueron ponderación regional y doble masa para llenar vacíos, además, se utilizó el método Kriging para espacializar los datos en el software QGIS y Golden Software Surf. Las normales climatológicas mensuales en el municipio de Campina Grande presentan dos períodos distintos: un período lluvioso de marzo a agosto y un período seco de septiembre a febrero. En João Pessoa la temporada de lluvias va de marzo a julio y la temporada seca de agosto a febrero. Los resultados indican que las precipitaciones durante la temporada de lluvias han disminuido alrededor del 1% en ambas ciudades. Con las normales climatológicas espaciales mensuales de CG y JP, fue posible resaltar características a lo largo de los meses, con alternancia entre aumento y disminución de la precipitación en el espacio-tiempo.

Palabras clave: Temporales; espacial; Régimen de precipitaciones.

INTRODUÇÃO

Cenários futuros relacionados às mudanças climáticas indicam uma alteração do regime pluviométrico e tendência de aumento de temperatura em diversas partes do mundo, o que deverá causar alterações no ciclo hidrológico, em especial nos regimes de precipitações, de modo a aumentar a frequência de eventos extremos de chuva (WESTRA *et al.*, 2014, p. 524; LIMA *et al.*, 2016, p. 394; SILVA *et al.*, 2017, p.579; VINKE *et al.*, 2017, p. 1572; CHARGUI *et al.*, 2018, p. 674).

Logo, as estações meteorológicas não possuem registros longos, sendo assim, recomenda-se o estudo de normais climatológicas, visto que o regime pluviométrico de um determinado local, faz-se necessário a análise de normais climatológicas, que segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), são valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas, estes valores servem de referência para a

definição do clima em um determinado local ou região (REBOITA; KRUCHE, 2018, p. 166).

A precipitação é considerada uma variável de suma importância nos estudos climáticos, no qual envolvem as suas alterações nos últimos anos, visto que são fundamentais para compreender e responder a possíveis impactos, por meio do seu excesso ou escassez que possam vir a ocorrer (CERA; FERRAZ, 2015, p. 81; SANTOS *et al.*, 2021). Neste sentido, um desafio científico relevante é compreender a dinâmica das chuvas sobre uma determinada área, assim como os modos de variabilidades que influenciam as precipitações tornam-se um fator a ser considerado nas tomadas de decisões que envolvem essas áreas (OLIVEIRA *et al.*, 2020, p.458).

A precipitação no Nordeste brasileiro (NEB) é caracterizada por alta variabilidade espaço-temporal, com a ocorrência de eventos extremos de precipitação influenciados por diferentes sistemas meteorológicos que atuam na região. Assim sendo, tem como principal agente influenciador a Temperatura de Superfície do Mar (TSM) dos oceanos Pacífico (El Niño / La Niña) e Atlântico (dipolo do Atlântico) (TIMMERMANN *et al.* 2018; ABREU *et al.*, 2019, p.83).

O semiárido brasileiro é composto por 1262 municípios, só no NEB essa área é cerca de 64,91 %, correspondendo os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia com predominância do Bioma Caatinga, neste ambiente as chuvas são eventualmente escassas (BRASIL, 2017; FERREIRA *et al.*, 2018, p.141).

Ao longo das últimas décadas, as problemáticas enfrentadas pelos municípios do NEB, no qual a escassez hídrica se faz cada vez mais presente em decorrência aos períodos de seca. Portanto, o monitoramento climático destas regiões torna-se fundamental para o gerenciamento dos recursos hídricos, no controle de inundações e erosão do solo (SILVA *et al.*, 2020, p.2020).

Especificamente no estado da Paraíba, a variabilidade espaço-temporal da precipitação interfere na biodiversidade da região. Na região do Cariri e Curimataú verifica-se precipitação entre 300 e 500 mm/ano; no Sertão e Alto Sertão a precipitação média anual é de 700 a 900 mm/ano; no Brejo e Agreste, varia de 700 a 1200 mm/ano; finalmente, no litoral, a média anual da precipitação é entre 1200 a 1600 mm/ano (ARAÚJO, *et al.*, 2003, p. 948; FRANCISCO *et al.*, 2015, p. 1012).

A precipitação ocorre com maior intensidade nas sub-regiões do litoral e agreste devido à proximidade com o oceano Atlântico em conjunto com a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Em contrapartida, no Cariri e Curimataú a precipitação é menor devido ao Planalto da Borborema que serve de barreira para a umidade oriunda do oceano Atlântico (NASCIMENTO *et al.*, 2019, p. 25).

Neste sentido, realizar estudos sobre a precipitação ajuda a compreender a dinâmica de cada município, estado, bacia, ou região do país, que compreende os períodos chuvosos e secos, e assim ajuda na estratégia de gestão. Assim sendo, o objetivo da pesquisa é verificar as normais climatológicas de dois municípios distintos do estado da Paraíba, através dos dados da série histórica, avaliando-se assim a variação da

precipitação no tempo e espaço, identificando os períodos secos e úmidos, bem como prováveis mudanças no comportamento das climatologias sobre os dois municípios.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O município de Campina Grande/PB (CG) de acordo com os dados divulgados pelo Censo de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sua população é de 419.379 habitantes com área total de 591,658 km², sendo o segundo município mais populoso da Paraíba, e sua região metropolitana, formada por dezenove municípios, possui uma população estimada em 638.017 habitantes (Figura 1). Pertence à Região Geográfica Imediata de Campina Grande e à Região Geográfica Intermediária de Campina Grande. O município possui um clima menos árido do que o predominante no interior do estado, que é o clima equatorial semi-árido (BSh) (KÖPPEN; GEIGER, 1928).

O município de João Pessoa/PB (JP) é a capital do estado da Paraíba. A população atualmente é de 833.932 habitantes segundo o IBGE, área total de 210,044 km², trata-se da oitava cidade mais populosa da Região Nordeste e a 23^a do Brasil. Pertence à Região Geográfica Imediata de João Pessoa e à Região Geográfica Intermediária de João Pessoa. O clima na capital paraibana é o tropical úmido (AS), caracterizado pelas temperaturas elevadas durante todo o ano (KÖPPEN; GEIGER, 1928).

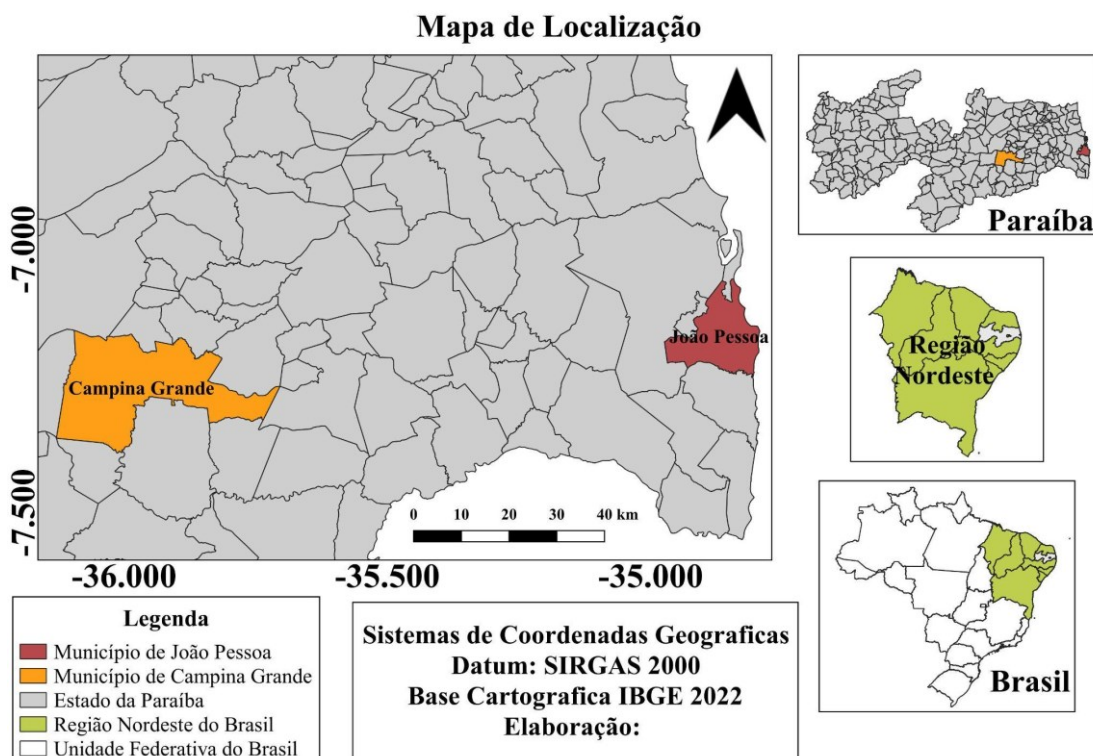


Figura 1. Localização de Campina Grande/PB e João Pessoa/PB. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2023.

Dados de Precipitação Pluviométrica

As primeiras informações obtidas foram as normais climatológicas da precipitação do portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no dia 12 de setembro de 2022. Obteve-se as médias das duas normais climatológicas dos municípios de CG (1981-2010 e 1991-2020) e JP (1981-2010 e 1991-2020). Essas informações foram analisadas graficamente por meio do Software Microsoft Excel 2019.

Em seguida foram coletados dados das estações da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESAs) e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) nos períodos de 1981-2010 e 1991-2020. Esses dados foram usados para fins de espacialização da precipitação em cada município. A disposição dos dados em Campina Grande está representada na Figura 2, enquanto em João Pessoa, Figura 3. Em CG os postos adicionais são Campina Grande, São José da Mata, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Sítio Açude de Dentro. Em JP, os postos foram: Diretoria Federal de Agricultura, Abastecimento e da Reforma Agrária (DFAARA), Mares e Mangabeira.

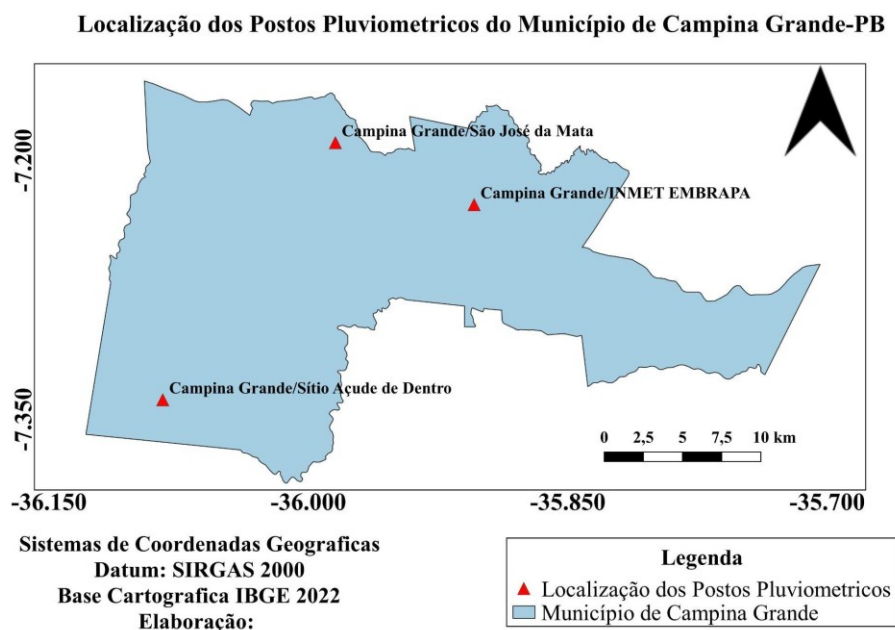


Figura 2. Localização das estações pluviométricas de Campina Grande/PB. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2023.

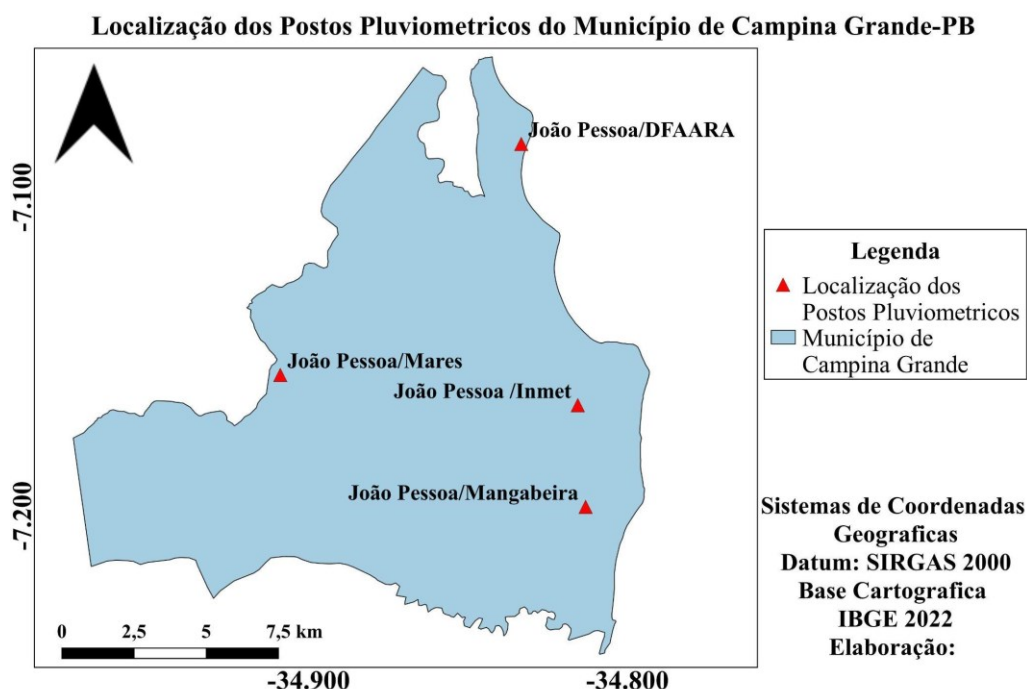


Figura 3. Localização das estações pluviométricas de João Pessoa/PB. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2023.

Os dados pluviométricos adquiridos têm falhas em meses e de até anos em alguns postos pluviométricos. Deste modo, foram realizados procedimentos estatísticos de ponderação regional, para o preenchimento de falhas para concluir as lacunas e progredir com a pesquisa. Desse modo, vale destacar que o número de pluviômetros utilizados para a pesquisa foi de 8 postos (Quadro 1).

Quadro 1. Distribuição das estações na área de estudo

Estações	Lat.	Long.	Período	Chuva Anual (mm)	% de Falhas dos Dados
Campina Grande /INMET	-7,23	-35,90	1981-2020	777,0	0 %
Campina Grande/EMBRAPA	-7,22	-35,90	1981-2020	779,9	0 %
Campina Grande/São José da Mata	-7,19	-35,98	1981-2020	632,0	10 %
Campina Grande/Sítio Açude de Dentro	-7,34	-36,08	1981-2020	445,5	10 %
João Pessoa /Inmet	-7,17	-34,82	1981-2020	1914,0	0 %
João Pessoa/DFAARA	-7,08	-34,83	1981-2020	1970,5	5 %
João Pessoa/Mangabeira	-7,20	-34,81	1981-2020	1806,0	8 %
João Pessoa/Mares	-7,16	-34,91	1981-2020	1692,7	10 %

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023. **Fonte:** Adaptado de Carvalho (1994).

Deste modo, na presente pesquisa utilizou-se em conjunto os softwares QGIS (versão 3. 16. 0) e do *Golden Software Surfer* (versão 16.0), ambos com características

distintas, porém em conjunto evidenciaram a capacidade técnica que os softwares possuem para representar a espacialização.

No mapeamento foi empregado o método de *Krigagem* ordinária que proporciona precisão local, no sentido da correlação dos valores estimados com os valores amostrais utilizados no processo de estimativa, para suscitar as figuras de espacialização da precipitação pluviométrica.

Preenchimento de Falhas

Uma vez que foram identificadas falhas de coleta de dados, utilizou-se o método de ponderação regional (Equação 1), para estimar-se os valores que necessitam de informação e proporcionar objetividade aos resultados. De maneira similar, Diaz *et al.* (2018, p. 325) e Amador e Silva (2020, p. 181), empregaram este método para seus respectivos estudos.

A condição para o uso deste método é que os postos pluviométricos a serem usados como dados de entrada para a equação necessitam levar em consideração um intervalo mínimo de 30 anos de dados, ou seja, é um método adequado para o preenchimento de climatologias; além disso, os postos devem ser de uma região com climatológicas semelhantes.

$$PX = \frac{1}{3} * \left(\frac{PA}{PAm} + \frac{PB}{PBm} + \frac{PC}{PCm} \right) * PXm \quad (\text{Equação 1})$$

Onde PX é a precipitação a ser estimada; PA, PB e PC são as precipitações correspondentes nos postos vizinhos no ano que se deseja preencher; PXm é a precipitação média do posto PX; PAm, PBm e PCm são as precipitações médias nos postos vizinhos.

Deste modo, a metodologia consiste em estimar a precipitação ocorrida no posto pluviométrico com falta de dados, considerando apropriada às precipitações em postos próximos, constituindo o fator de proporcionalidade a função da precipitação média nestes postos, levando em consideração a pluviometria média no próprio posto com falha. Além disso, é necessário no mínimo três postos vizinhos do que está com ausência de dados, e necessitam estar localizados em regiões climáticas semelhantes ao posto com falha.

Em seguida foi utilizado o método da Dupla Massa desenvolvido pelo *United States Geological Survey* (USGS/EUA), a principal finalidade é identificar se ocorreram alterações da precipitação ao longo do tempo, ou ainda no local de observação para confirmar que os dados ficam acompanhando o exemplo estatístico previsto de forma linear (TUCCI, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aspectos climatológicos da precipitação

Apresenta-se na Figura 4a as duas normais climatológicas da precipitação na cidade de CG. Nos meses de março, maio, agosto e dezembro tiveram diminuição nos valores precipitados em comparação entre as normais de 1981-2010 a 1991-2020, com destaque para o mês de março e agosto que obtiveram uma diminuição de 16 e 15 mm respectivamente, nos meses de maio e dezembro essa diferença não chegou a 1 mm. Por outro lado, nos demais meses obteve-se aumento da precipitação com destaque para o mês de julho, que chega a 18 mm, correspondendo aos meses em que as chuvas estão ocorrendo com mais intensidade em poucas horas ou dias.

Vale destacar ainda que na série histórica apresenta dois períodos distintos, um chuvoso que vai de março a agosto, sendo junho com maior valor precipitado chegando a 125,8 mm na última normal climatológica, e um seco que vai de setembro a fevereiro, sendo novembro o menor com valores precipitados com 12 mm.

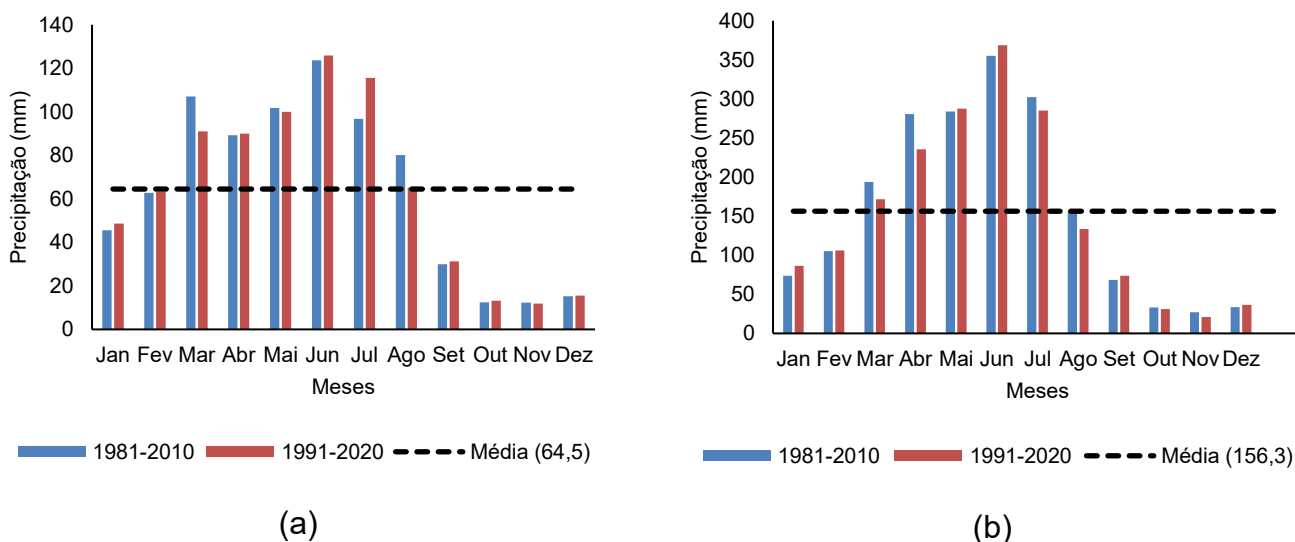


Figura 4. Normais Climatológicas Temporal de Campina Grande/PB (a) e de João Pessoa/PB (b). **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2023

A partir da climatologia da precipitação em JP (Figura 4b) nota-se que os meses sofreram variações sendo os meses de janeiro, fevereiro, maio, junho, setembro e dezembro obtendo um aumento nos valores precipitados se comparado as normais climatológicas de 1981-2010 a 1991-2020, com destaque para os meses de janeiro e junho que obtiveram 12,5 e 13,5, respectivamente.

De maneira inversa, os meses de março, abril, julho, agosto, outubro e novembro sofreram uma diminuição expressiva, em muitos deles dos valores precipitados chegando até 44,7 mm em abril e março, e agosto com perda de 22 mm. Nesta perspectiva, em comparação aos meses que teve aumento obtiveram um somatório de 38,5 mm e os meses que tiveram uma diminuição nos seus valores obtiveram uma

perda de 115,3 mm. Deste modo, pode se atribuir que no decorrer da última normal climatológica houve uma diminuição nas chuvas de modo geral de menos 76,6 mm.

É possível observar na série em questão que a sua média é de 156,3 mm, e compreende dois períodos distintos um chuvoso que vai de março a julho, com destaque para o mês de junho que chega a 368,7 mm e o período seco vai de agosto a fevereiro com destaque para novembro com 21,1 mm.

Deste modo, pode se notar que nas duas normais climatológicas (Figuras 4a e 4b), é possível constatar que as chuvas estão se concentrando ainda mais no período chuvoso, e ocorrendo uma seca prolongada por mais tempo. Assim, Lima *et al.* (2019, p. 1758) ressalta que os resultados dos elevados índices de precipitação que ocorrem em um curto espaço de tempo e em poucos dias durante o período chuvoso, vem tornando-se cada vez mais comum, ocasionando erosão hídrica e transtorno diversos. Sendo assim, essas consequências podem trazer impactos nesses municípios, por meio de alagamento nos centros urbanos ocasionado pela concentração em mm de chuvas em poucas horas e até mesmo dias consecutivos.

Por outro lado, quando se tem a diminuição das chuvas, tornando-se o período de seca maior, pode ocasionar na falta de recursos hídricos na distribuição para a população, perda nas áreas de agricultura e mudança nos cenários da flora, por ter que ter uma maior quantidade de seca o que pode acarretar na mudança do ecossistema local. Assim, Junqueira *et al.* (2022) menciona que o efeito da concentração das chuvas no período de estiagem contribui para um agravamento do período de seca, pois grande parte da água de chuva anual se concentra em um curto período, dificultando o seu estoque e, conseqüentemente, o fornecimento de água nos períodos de estiagem.

Diante desses fatos, estudos mostram que em relação a cenários futuros vem ocorrendo diminuição na precipitação no período chuvoso. No trabalho de Costa, *et al.* (2020, p.794), no qual trabalham com modelos, observa-se que no leste do Nordeste, que tem seu período mais chuvoso de abril a julho, apresenta redução dos dados observados de precipitação pluviométrica entre 100 e 150 mm.

Normal climatológica temporal acumulada

Foi realizado o acúmulo das normais de CG (Quadro 2), visto que o período chuvoso compreende os meses de março a agosto nas duas normais, e o seco de setembro a fevereiro. Assim, na normal climatológica de 1981 a 2010 o somatório acumulado foi de 777 mm, com isso no período chuvoso que corresponde a 77% o equivalente a 598,5 mm já o período seco obtém apenas 23% nos outros seis meses o que equivale a 178,5 mm.

Logo, na normal climatológica de 1991-2020, observa-se uma diminuição na precipitação no decorrer de todo o ano chegando a 771,1 mm, ou seja, uma diminuição de 5,9 mm. Sendo assim, o período chuvoso corresponde agora a 76 %, o equivalente a 587,5 mm e o período seco com 24%, com precipitação de 183,6 mm, pode-se notar que o período chuvoso está tendo uma diminuição significativa fazendo com que as

chuvas se concentram mais, o que nesse caso foi de 11 mm no decorrer dos seus meses, e o período seco teve um aumento de 5,1 mm.

Quadro 2. Normais Climatológicas acumulado Temporal

Normal Climatológica	Períodos em Anos	Período Seco %	Período Chuvoso %
Campina Grande	1981-2010	23%	77%
Campina Grande	1991-2020	24%	76%
João Pessoa	1981-2010	26%	74%
João Pessoa	1991-2020	27%	73%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

No acumulado das normais climatológicas de JP (Quadro 2), é possível constatar que o período chuvoso da normal climatológica de 1981-2010, ocorreu entre os meses de março a julho e o período seco entre os meses agosto a fevereiro (Figura 4b). O somatório acumulado da chuva foi de 1914 mm, o que corresponde a 100%, com isso o período chuvoso em JP ocorre durante cinco meses (março a julho) com 1415,9 mm, correspondendo a 74% da precipitação, já os outros sete meses (agosto a fevereiro) pertencentes ao período seco que representam 26% da precipitação, equivalente a 498,1 mm.

Por outro lado, a normal climatológica de 1991-2020, obteve uma diminuição no valor precipitado, possuindo seu valor total de 1837,4 mm, o que corresponde a 100%, correspondente ao período chuvoso e período seco. Deste modo, com o período chuvoso (março a julho) que corresponde a 1348,5 mm, o equivalente a 73% e no período seco (agosto a fevereiro) com 488,9 mm, correspondendo a 27% da precipitação. Portanto, de maneira similar ao que ocorre em CG (Quadro 2), as chuvas estão se concentrando em um curto período de meses, nesse caso de JP mais visível sendo apenas em cinco meses.

Deste modo, outro fato observado foi que tanto no período seco como no chuvoso teve diminuição nos valores precipitados se comparado uma normal a outra, ficando visível na normal de 1991-2020 uma perda de 67,4 mm no período chuvoso e no seco de 9,2 mm, totalizando de modo geral uma diminuição de 76,6 mm, evidenciando assim os impactos das mudanças climáticas em pequena escala em JP.

Distribuição espacial da precipitação: aspectos gerais

A espacialização do município de CG pode ser observada em dois momentos, a acumulada entre os anos de 1981-2010 e 1991-2020 (Figura 5) no qual notam-se similaridades nos valores precipitados e pequenas modificações de concentrações no decorrer do município. Portanto, em ambas as maiores concentrações ocorrem nas regiões norte e leste do município variando entre 720 mm a 820 mm, e os menores valores nas regiões oeste e sudoeste de 420 mm a 520 mm. Além disso, é possível notar que está ocorrendo uma diminuição na região oeste se compararmos a de 1991-2020 com a de 1981-2010. Observa-se que na concentração dos valores máximos na região norte a sua área diminui.

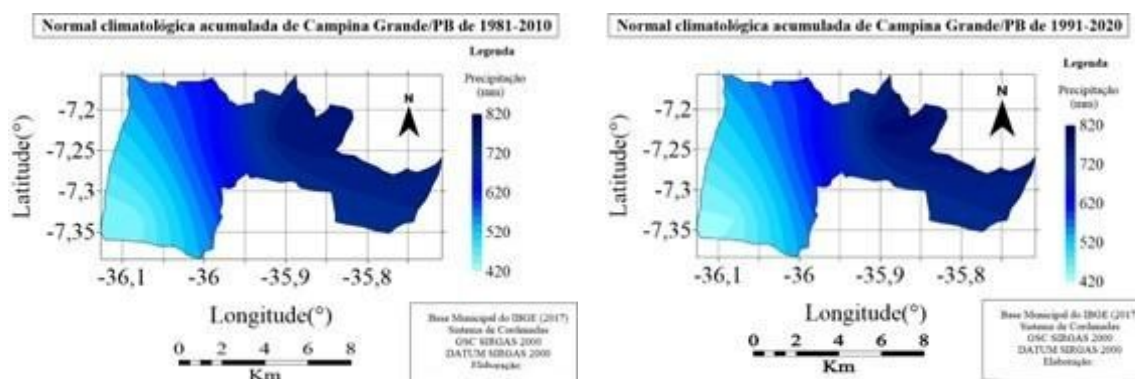


Figura 5. Normais Climatológicas acumulado espacial de Campina Grande/PB.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Já a espacialização acumulada do município de JP entre as normais climatológicas de 1981-2010 e 1991-2020 (Figura 6) observa-se mudanças mais notórias que CG (Figura 5). Logo, a primeira normal climatológica apresenta-se com maiores valores precipitados variando entre 1780 mm e 1980 mm em mais da metade do município que vai desde a região central, se estendendo para as regiões norte, leste e sudeste, com destaque para a região norte que atinge o valor máximo de 1.980 mm. Por outro lado, os menores valores variam de 1660 mm a 1740 mm na região sudoeste e central.

Em relação a normal de 1991-2020, nota-se uma diminuição significativa dos valores precipitados no decorrer do município, visto que agora apresenta-se um cenário inverso comparado com a de 1981-2010, isso porque as concentrações de chuvas acima de 1780 mm só ocorrem próximo das regiões norte e leste, não ocorrendo mais nas regiões central e sudeste, e seus valores extremos só chegam até 1.920 mm a norte. Neste sentido, ocorre essa diminuição e prevalece as menores intensidades que vão de 1.660 mm a 1.740 mm nas regiões central, sul e sudoeste.

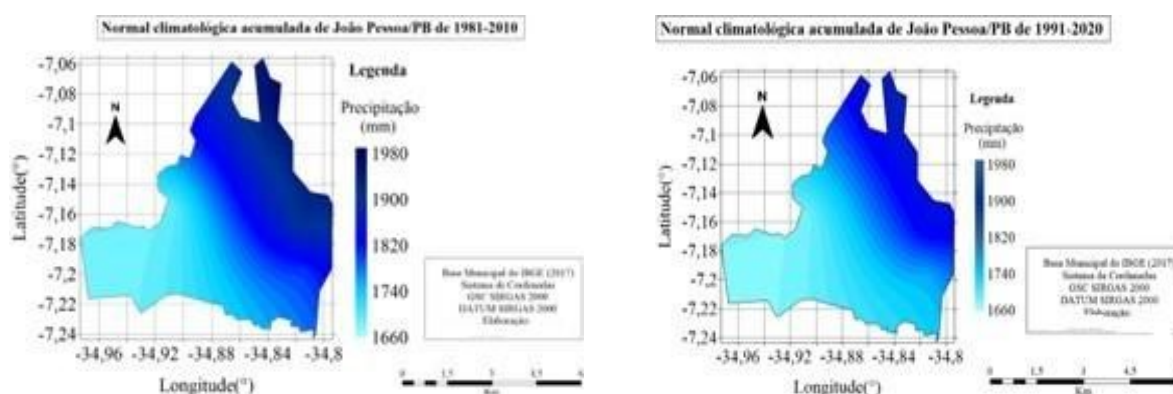


Figura 6. Normais Climatológicas acumulado espacial de João Pessoa/PB. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2023.

Variabilidade mensal espacial da precipitação

No intuito de analisar a precipitação de maneira espacial, foi realizado as isoietas médias mensais no período das normais climatológicas, logo a primeira normal que vai de 1981-2010 (Figura 7) observa-se que os meses mais secos abaixo dos 50 mm são os meses de janeiro, setembro, outubro, novembro e dezembro, com destaque para os meses de outubro e novembro, que os valores em boa parte da região nem chove, como mostra as isoietas com destaque na cor vermelha.

Além disso, nesses meses mais secos pode-se observar que as chuvas se encontram na região oeste do município de CG, assim como pode ser observado em todos os meses, com destaque para região sudoeste. Nesses meses, com pouca precipitação é necessário um maior gerenciamento dos recursos hídricos provenientes dos meses de maior quantidade de valores precipitados nos meses anteriores, o que acarretará um formato de manutenção das águas nesses meses secos, observando o racionamento e aplicando as atividades humanas e a flora e fauna local.

Por outro lado, os meses que se apresentam acima de 75 mm são os meses de março, abril, maio, junho e julho, meses que a precipitação chega até 135 mm, em boa parte do município, com destaque para junho em boa parte município acima dos 100 mm e maio e julho em pequenas áreas, esses valores se concentram nas regiões leste e norte. Nesta perspectiva de precipitações acima de 100 mm em alguns meses, dá uma subsistência e um aumento nos valores dos reservatórios locais do município, ajudando no desenvolvimento de culturas locais e das atividades humanas presentes.

Vale destacar, que os meses de fevereiro e agosto são de transição, tanto do período seco para o chuvoso como do chuvoso para o seco respectivamente. Além disso, em todos os meses nota-se que as precipitações diminuem de sentido de leste a oeste.

Isoietas mensais da Normal climatológica de Campina Grande/PB de 1981-2010

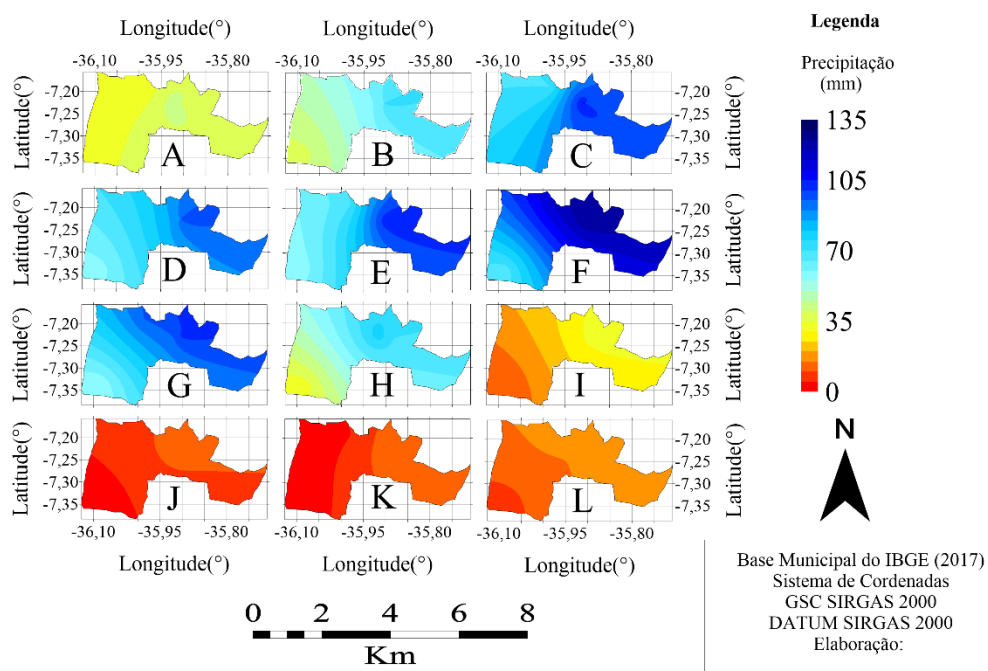


Figura 7. Isoietas médias mensais das normais climatológicas de Campina Grande/PB de 1981 a 2010.

Já as Isoietas mensais de normal climatologia de CG de 1991-2020 (Figura 8), existe a mesma similaridade com a de 1981-2010 (Figura 7), com diferenças apenas na quantidade dos valores precipitados e sua especialização. Assim sendo, continua sendo o período abaixo dos 50 mm os meses de janeiro, setembro, outubro, novembro e dezembro, e os meses chuvosos acima de 100 mm em parte da área ou na sua maioria, os meses de março, abril, maio, junho e julho.

Deste modo, é plausível observar algumas mudanças em alguns meses com valores aumentando no decorrer da sua área como no caso de janeiro que em boa parte está próximo dos 50 mm, bem mais do que em 1981-2010 (Figura 7), maio a leste e em julho que a sua precipitação fica em 120 mm, outubro e dezembro um aumento nas regiões leste e central. Por outro lado, houve uma diminuição nos valores nos meses de março na parte central, abril e agosto na parte norte.

Neste sentido, os ciclos estão bem definidos dos períodos secos e chuvosos, com apenas modificações nos valores precipitados tendo diminuição nos valores no período chuvoso, ocorrendo chuvas mais concentradas em um curto período de tempo, indo para os meses seguintes como observamos em julho. Além disso, ocorreu aumento de chuvas nos meses secos como em janeiro, novembro e dezembro se tornando mais homogênea.

Isoietas mensais da Normal climatológica de Campina Grande/PB de 1991-2020

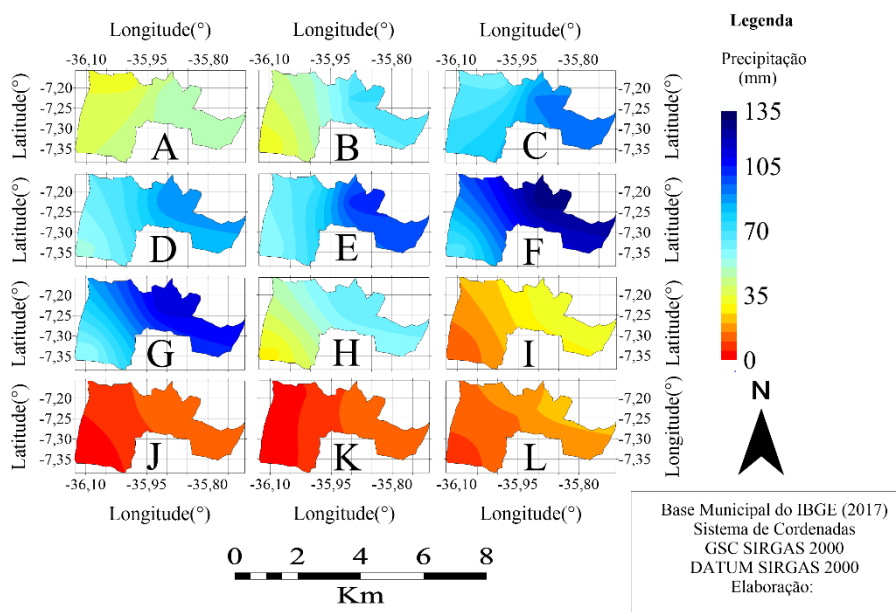


Figura 8. Isoietas médias mensais das normais climatológicas de Campina Grande/PB de 1991 a 2020. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2023.

De modo similar ao realizado nas normais climatológicas de CG (Figuras 7 e 8), foi realizado as isoietas médias mensais de JP (Figura 9 e 10), logo a primeira normal que vai de 1981-2010 (Figura 9), o período seco abaixo dos 150 mm vai de setembro

a fevereiro, com novembro se destacando atingindo no máximo 27 mm, e nesse mês a área mais seca é a região sudeste com 18 mm.

É plausível constatar que nesses meses, apesar de ter uma grande quantidade abaixo da média (Figura 4b), portanto estão situados em uma área de litoral e não sofrem muito com secas, o que não agrava tanto nas suas atividades locais, o que não inibe que nesses meses ocorram diminuição da precipitação em alguns anos e que de algum modo isso afeta diretamente a distribuição desse recurso para a população, o que pode ocasionar um racionamento em períodos no qual não se precipita tanto no município.

Logo, a população é bem maior em municípios litorâneos e nas capitais dos estados do que é em municípios do interior dos estados, tais fatores constatados historicamente no qual a população vai ao encontro dos recursos hídricos. Sendo assim, esses municípios do interior sofrem com outro tipo de estiagem que é a meteorológica, nesse caso é importante o planejamento de estratégias para saber administrar os impactos que possam surgir por meio dessa seca, para que se tenha um planejamento adequado desses recursos para toda a população, sem que agrave também as atividades locais provenientes deste recurso. Portanto, é necessário fazer com que ela não chegue a ocasionar outro tipo de seca que seria a econômica, ou seja, aquelas provocadas pelas ações do homem levando-se como exemplo.

Já o período chuvoso que se estende de abril a julho, meses que ultrapassam 200 mm de precipitação, com destaque para os meses de maio e junho que chegam até 390 mm nas regiões norte, nordeste e leste. Cabe ainda mencionar que os meses de março e agosto, são meses de transição do período seco para chuvoso e chuvoso para seco. Deste modo, projetar cenários para o abastecimento da população é imprescindível, visto que o município obtém uma grande quantidade de chuvas, o que dá subsistência no decorrer de todo o ano.

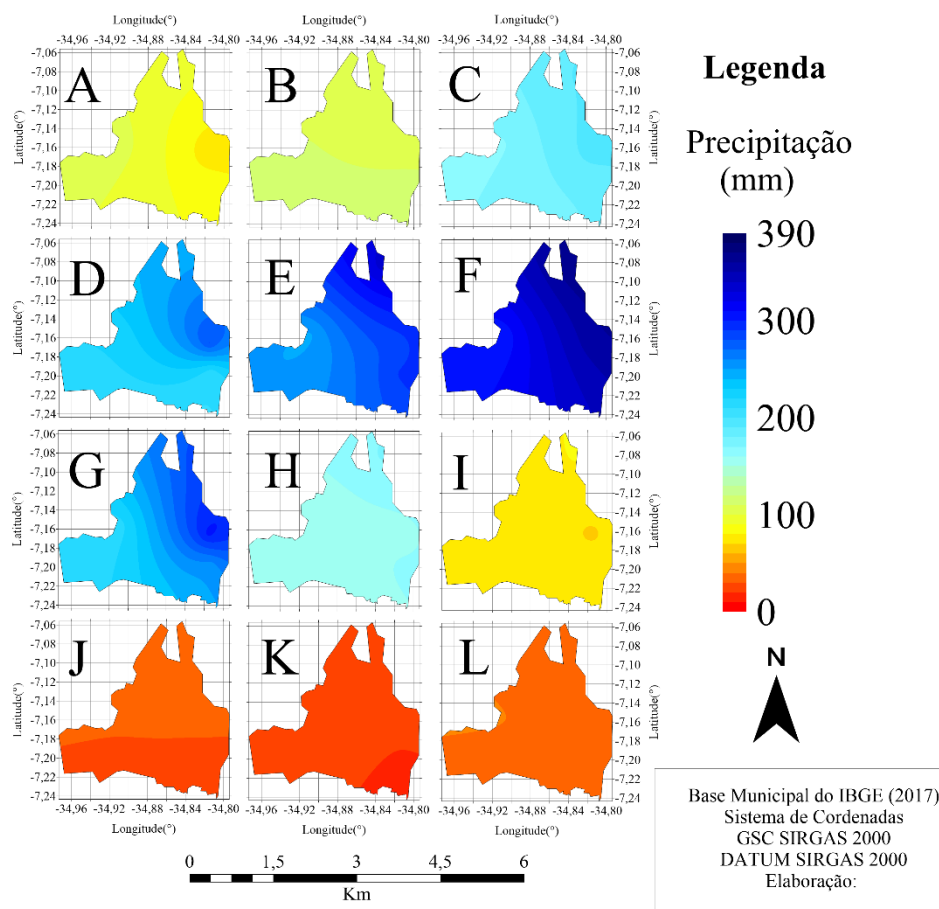
Isoietas mensais da Normal climatológica de João Pessoa/PB de 1981-2010


Figura 9. Isoietas médias mensais das normais climatológicas de João Pessoa/PB de 1981 a 2010. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2023

Já as Isoietas mensais de normal climatologia de JP de 1991-2020 (Figura 10), existe a mesma similaridade com a de 1981-2010 (Figura 9), com diferenças apenas na quantidade dos valores precipitados e sua especialização. Logo, o período abaixo considerado na espacialização de menores valores é o de 150 mm que corresponde de agosto a fevereiro, com destaque para novembro que é o de menor com quase toda sua área abaixo dos 25 mm.

Por outro lado, o período chuvoso corresponde aos meses de abril a julho, com destaque para maio e junho, que novamente atingem o valor máximo de 390 mm em boa parte do município. Deste modo as chuvas se comportam do sentido de leste a oeste em todo o município, fatores esses predominantes de regiões litorâneas que se formam as chuvas e vão no decorrer do continente.

Vale destacar que no período chuvoso comparando as normais climatológicas 1991-2020 com 1981-2010, os meses tiveram uma pequena redução, sendo mais notório observar no mês de abril. Logo, no período seco, com exceção de dezembro, todos

os outros meses tiveram uma diminuição significativa, possível de ser vista nos meses de outubro e dezembro, com maior representatividade.

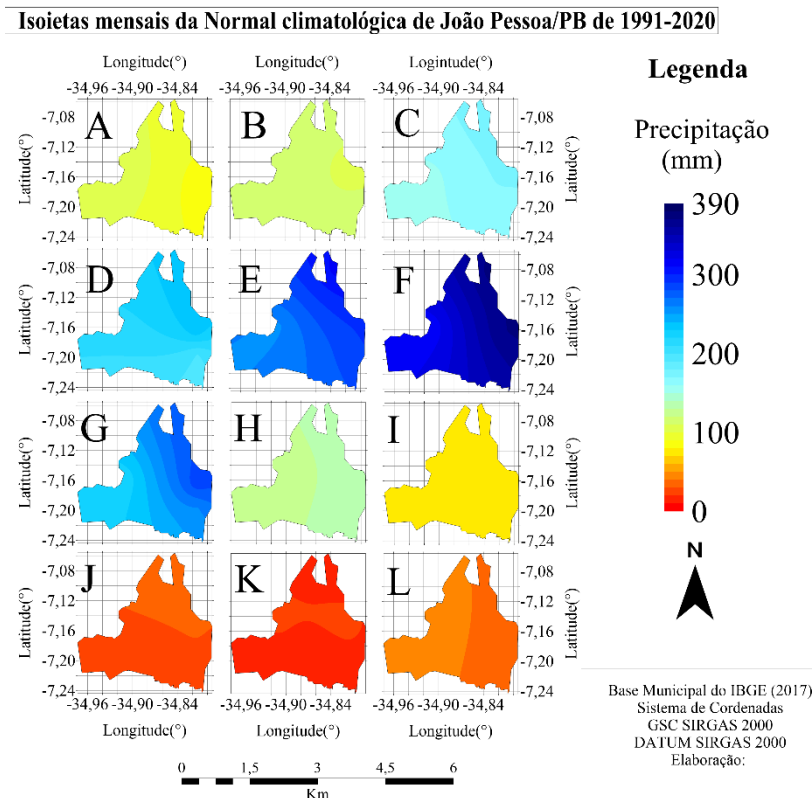


Figura 10. Isoietas médias mensais das normais climatológicas de João Pessoa/PB de 1991 a 2010. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2023.

Diante dos resultados, nota-se que está ocorrendo uma diminuição significativa para o município de JP (1991-2020) em poucos meses uma grande quantidade de chuvas e um período seco mais prolongado, acarretando um efeito de mudanças climáticas neste local.

Pode-se constatar uma mudança de padrão nas normais climatológicas, tanto para o município de CG (Figuras 7 e 8) como para JP (Figuras 9 e 10), visto que tais mudanças estão ocorrendo no período chuvoso entre as duas normais, e conseqüentemente reflete no período seco, fazendo que ocorra com maior intensidade.

Os municípios de CG e JP, com o passar das décadas vem aumentando a população, principalmente os seus centros urbanos, logo visto que o processo de urbanização acarretou alterações diretas no uso e ocupação do solo, com modificação das paisagens naturais por espaços construídos, adensados e com inexistência parcial ou total de áreas vegetadas.

Portanto, as paisagens naturais sofrem, no passar do tempo, diversas modificações. Todavia, os efeitos do ar comprometido no urbano produzem alterações nos

elementos climáticos de modo intenso, se comparado ao ambiente rural. Assim, demonstram diferenças no balanço de energia entre a área urbana e rural, além das diferenças existentes no interior do próprio urbano (AMORIM, 2017, p. 4; AMORIM, 2019, p. 24).

Portanto, o que vem ocorrendo ao longo das últimas normais climatológicas é essa diminuição da precipitação, ocasionada pelo crescimento da ocupação nos centros urbanos, modificando sua normal em microescala.

CONCLUSÃO

As normais climatológicas temporal mensal do município de CG apresentam dois períodos distintos: um chuvoso de março a agosto com destaque para junho, e um período seco de setembro a fevereiro, com novembro sendo o de menor valor.

Levando-se em consideração esses aspectos, as normais climatológicas temporal mensal do município de JP apresentam dois períodos distintos: um chuvoso de março a julho com destaque para junho, e um período seco de agosto a fevereiro, com novembro sendo o de menor valor.

Dessa forma em ambas as Normais climatológicas espaciais acumuladas de CG e JP estão ocorrendo diminuição do período chuvoso e um aumento no período seco de 1 %. Sendo assim, com o crescimento populacional e o adensamento, impactam diretamente na mudança da distribuição espacial local, assim apresentado no estudo e que pode chegar a uma escala maior se aumentar o local do estudo.

Dado o exposto nas Normais climatológicas espaciais mensais de CG e JP, foi possível evidenciar características no decorrer dos meses, com alternância entre aumento e diminuição da precipitação no espaço-tempo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço(emos) à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de Bolsa de doutorado do primeiro autor.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Concepção: Maxsuel Bezerra, Israel Walter e Claudio Moises. **Metodologia:** Maxsuel Bezerra e Claudio Moises. **Análise formal:** Maxsuel Bezerra e Israel Walter. **Pesquisa:** Maxsuel Bezerra, Israel Walter e Claudio Moises. **Preparação de dados:** Maxsuel Bezerra e Claudio Moises. **Escrita do artigo:** Maxsuel Bezerra. **Revisão:** Israel Walter e Claudio Moises. **Supervisão:** Claudio Moises. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. P.; MUTTI, P. R.; LIMA, K. C. Variabilidade espacial e temporal da precipitação na bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.7, p.82-97, 2019. Acesso em: 16 out 2022.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3524759>

AMADOR, M. C.; SILVA, C. A. DA. O Preenchimento de Falhas de Séries Históricas de Precipitação. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v. 1, n. 31, p. 178-202, 2020. Acesso em: 20 ago 2022.

Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/9699>

AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V. Intensity of Urban Heat Islands in Tropical and Temperate Climates. **Climate**, v.5, p.91-104, 2017. Acesso em: 16 out 2022. DOI: 10.3390/cli5040091

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 25, p. 22-46, 2019. Acesso: 01 set 2023.

DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v0i0.65136>

ARAÚJO, L. E.; BECKER, C.T.; PONTES, A. L. Periodicidade da precipitação pluviométrica no estado da Paraíba. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2003, Rio Grande do Sul. **Anais II**. Santa Maria: RS, p. 947-948, 2003. Acesso em: 19 out 2022.

Disponível em: <http://sbagro.org/files/biblioteca/1118.pdf>

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Resolução nº 107/2017. **Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. Recife, 2017**. Acesso em: 15 nov 2022. Disponível em: <<http://sudene.gov.br/images/2017/arquivos/Resolucao-107-2017.pdf>>.

CERA, J.C., FERRAZ, S.E.T. Variações climáticas na precipitação do Sul do Brasil no clima presente e futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, p. 81-88, 2015. Acesso em: 14 out 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-778620130588>.

CHARGUI, S.; JABERI, A.; CUDENNEC, C.; LACHAAL, F.; CALVEZ, R.; SLIMANI, M. Statistical detection and no-detection of rainfall change trends and breaks in semiarid Tunisia: 50 years over the Merguellil agro-hydro-climatic reference basin. **Arabian Journal of Geosciences**, v. 134, p. 675-689, 2018. Acesso em: 16 dez 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-018-4001-9>.

COSTA, R.L.; GOMES, H.B.; SILVA, F.D.S.; BAPTISTA, G.M.M.; DA ROCHA JÚNIOR, R.L.; HERDIES, D.L.; SILVA, V.P.R. Cenários de Mudanças Climáticas para a Região Nordeste do Brasil por meio da Técnica de Downscaling Estatístico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. Especial, p. 785-801, 2020. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-77863550006>.

DIAZ, C. C. F.; PEREIRA, J. A. S.; NOBREGA, R. S. Comparação de dados estimados pelo método da ponderação regional (PR) e dados estimados pelo trmm

para o preenchimento de falhas de precipitação na bacia hidrográfica do rio pajeú. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 324-339, 2018. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v22i0.46911>.

FERREIRA, P. S.; SOUZA, W. M.; SILVA, J. F. Variabilidade Espaço-Temporal das Tendências de Precipitação na Mesorregião Sul Cearense e sua Relação com as Anomalias de TSM. **Revista Brasileira de meteorologia**, v. 33 n. 1 p. 141-152, 2018. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-7786331006>.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R.M.; SANTOS, D.; MATOS, R. M. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 1006-1016, 2015. Acesso em: 16 out 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Roberto-Francisco/publication/290471503_Koppen's_and_Thornthwaite_Climate_Classification_for_Paraiba_State/links/575c286208aec91374abb69a/Koeppens-and-Thornthwaite-Climature-Classification-for-Paraiba-State.pdf.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da população 2022**. Brasília: IBGE, 2013. s.p. Acesso em: 31 ago 2023. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadessat/index.php>.

JUNQUEIRA, H. S.; ALMEIDA, L. M. F. SOUZA, T. S. NASCIMENTO, P. S. Análise da Variação Sazonal e de Tendências na Precipitação Pluviométrica no Município de Juazeiro-BA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2641-2649, 2020. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.6.p2641-2649>.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlagcondicionadas. **Justus Perthes**. 1928. Acesso em: 31 ago 2023.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; BERNARDES, P. M.; FONSECA, A. S.; PEREIRA, J. M. S. Variabilidade espacial dos percentis 75 da precipitação pluvial mensal no estado do espírito santo. **Engenharia na Agricultura**, v. 24, p. 393-405, 2016. Acesso em: 31 jul 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.13083/reveng.v24i5.700>.

LIMA, M. C. G., SANTOS, T. E. M., COSTA, V. S. O., LIMA, C. E. S., REIS, J. V., SOUZA, W. M. Avaliação do padrão hidroclimático e da erosividade no Sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.12, n. 5, p. 1757-1769, 2019. Acesso em: 16 out 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Lima-4/publication/338170491_Avaliacao_do_padrao_hidroclimatico_e_da_erosividade_no_Sertao_de_Pernambuco/links/5e049f54299bf10bc379842a/Avaliacao-do-padrao-hidroclimatico-e-da-erosividade-no-Sertao-de-Pernambuco.pdf.

NASCIMENTO, M. B. DO; BANDEIRA, M. M.; ARAÚJO, L. E. DE. Variabilidade climática da precipitação do município de Areia/Paraíba, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 13, n. 3, p.24-37, 2019. Acesso em: 16 out 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/gaia/article/view/41925>.

OLIVEIRA, T. A.; TAVARES, C. M. G.; SANCHES, F.; FERREIRA, C; C. M. Variabilidade pluviométrica no município de Juiz de fora-MG no período de 1910-

2018: investigação a partir da técnica do box plot. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, p. 457-478, 2020. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v26i0.70194>.

REBOITA, M. S.; KRUCHE, N. Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2010 para Rio Grande, RS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.33, n.1, p.165-179, 2018. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786331010>.

SANTOS, P. H. A. B.; DELFINO, O. A. S.; SANTOS, R. V. R.; NASCIMENTO, M. Adjustment of a time series model to predict rainfall. **Research Society and Development**, v. 10, n. 6, p. 1-11, 2021. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15643>.

SILVA, R. O. B.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SOUZA, W. M. Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.3, p.579-589, 2017. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017142481>.

SILVA, J. L. B.; MOURA, G. B. A.; SILVA, M. V.; GUEDES, R. V. S.; LOPES, P. M. O.; SILVA, E. F. F.; VASCONCELOS, R. S.; FRANCILINO, A. H. Inferência Exploratória de Dados Espaço-Temporal da Precipitação Pluviométrica no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 5, p. 2019-2036, 2020. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.5.p2019-2036>.

TIMMERMANN, A.; AN, S. IL, KUG, J. S., JIN, F. F., CAI, W., CAPOTONDI, A., COBB, K. M., LENGAGNE, M., MCPHADEN, M. J., STUECKER, M. F., STEIN, K., WITTENBERG, A. T., YUN, K.-S., BAYR, T., CHEN, H.-C., CHIKAMOTO, Y., DEWITTE, B., DOMMENGET, D., GROTHE, P., GUILYARDI, E. El Niño– Southern Oscillation complexity. **Nature**, v. 559, n. 7715, p. 535–545, 2018. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0252-6>.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

VINKE, K.; MARTÍN, M.; ADAMS, S.; BAARSCH, F.; BONDEAU, A.; COUMOU, D.; DONNER, R. V.; MENON, A.; PERRETTE, M.; REHFELD, K.; ROBINSON, A.; ROCHA, M.; SCHAEFFER, M.; SCHWAN, S.; SERDECZNY, O.; SVIREJEVA-HOPKINS, A. Climatic risks and impacts in South Asia: extremes of water scarcity and excess. **Regional Environmental Change**, v.17, n.6, p.1569-1583. 2017. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-015-0924-9>.

WESTRA, S.; FOWLER, H.; EVANS, J.; ALEXANDER, L.; BERG, P., JOHNSON, F.; KENDON, E.; LENDERINK, G.; ROBERTS, N. Future changes to the intensity and frequency of short-duration extreme rainfall. **Geophys**, v.52, p. 522-555, 2014. Acesso em: 16 out 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/2014RG000464>.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0