



ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



## Análise de secas de regiões pluviométricas homogêneas localizadas no estado da Paraíba

Bárbara Silva Souza<sup>1</sup>, Maria José Herculano Macedo<sup>2</sup>, Francisco de Assis Salviano de Sousa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Meteorologia pelo Programa de Pós-Graduação em Meteorologia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, CEP: 12630-000; Cachoeira Paulista – (SP), Brasil. [barbarasouza3397@gmail.com](mailto:barbarasouza3397@gmail.com). <sup>2</sup>Professor Doutor, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, CEP: 58540-000; Sumé – (PB), Brasil. <sup>3</sup>Professor Doutor, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, CEP: 58109-970; Campina Grande – (PB), Brasil.

### RESUMO

O presente trabalho objetivou identificar regiões homogêneas pluviométricas no semiárido paraibano e avaliar os parâmetros de Severidade, Intensidade e Duração de secas para estas áreas. Para tanto, se fez uso de dados pluviométricos de 41 postos pluviométricos durante o período de janeiro de 1996 a dezembro de 2021 obtidos através da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA. O método hierárquico de Ward foi utilizado no processo de agrupamento dos grupos homogêneos de pluviometria seguido da aplicação do método “RUN” para obtenção das características das secas nestes grupos. Os resultados revelaram a existência de três grupos. As regiões de maior atenção em relação ao fenômeno secas corresponde ao grupo 1, localizado na mesorregião do sertão paraibano, pois essa apresentou maior área com as mais elevadas médias de severidade, médias de intensidade e severidade máxima quando comparado aos outros grupos e o grupo 3, região central do estado, esse apresentou os valores máximos e as maiores médias de duração de secas. A metodologia aplicada possibilitou ter um prognóstico das secas na região do semiárido paraibano, de modo a contribuir com melhorias na gestão dos recursos hídricos/recursos naturais das regiões apresentadas. Palavras-chave: Ward, secas, método RUN, semiárido.

## Analysis of droughts in homogeneous rainfall regions located in the Paraíba state

### ABSTRACT

The present work aimed to identify homogeneous rainfall regions in the semi-arid region of Paraíba and to evaluate the parameters of Severity, Intensity and Duration of droughts for these areas. For this purpose, rainfall data from 41 stations were used during the period from January 1996 to December 2021 obtained through the Executive Agency for Water Management of the State of Paraíba - AESA. Ward's hierarchical method was used in the process of grouping the homogeneous groups of pluviometry followed by the application of the “RUN” method to obtain the characteristics of the droughts in these groups. The results revealed the existence of three groups. The regions of greatest attention in relation to the drought phenomenon correspond to group 1, located in the mesoregion of the Sertão of Paraíba, as this had the largest area with the highest averages of severity, averages of intensity and maximum severity when compared to the other groups and group 3, central region of the state, it presented the maximum values band the highest averages of duration of droughts. The methodology applied made it possible to have a prognosis of droughts in the semi-arid region of Paraíba, in order to contribute to improvements in the management of water resources/natural resources in the regions presented.

Keywords: Ward, droughts, RUN method, semiarid.

### Introdução

A variabilidade espaço-temporal das chuvas estão diretamente associadas aos sistemas meteorológicos, mudanças climáticas e as

condições fisiográficas das regiões (Oliveira Júnior et al., 2021; Costa et al., 2021; Souza et al., 2022).

Vários sistemas meteorológicos influenciam a variabilidade e intensidade das

chuvas na região nordeste brasileira, sendo estes: A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Sistemas Frontais (SF), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAS), Distúrbios de Leste, Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), sistemas de brisas e Linhas de instabilidade (LIs) (Oliveira Júnior et al., 2021; Costa et al., 2021; Monteiro, 2022). A intensificação das chuvas e severidade da seca dessa região também sofrem influências de sistemas climáticos multiescala El Niño Oscilação Sul (ENSO), Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e Oscilação de Madden-Julian (OMJ) (Oliveira Júnior et al., 2021; Costa et al., 2021; Monteiro, 2022).

A região semiárida brasileira com extensão que vai do norte de Minas Gerais aos diversos estados da região nordeste do país, apresenta uma área de 1.128.697 km<sup>2</sup> e possui um clima com características de secas periódicas, tornando este evento um grave problema social (Santos et al., 2022).

Dessa forma, as baixas chuvas registradas na região Nordeste brasileira, em particular no setor do semiárido, têm contribuído no baixo rendimento das culturas de sequeiro afetando negativamente a economia da região. Ainda, é comum nessa região a ocorrência periódica de secas agrícolas e/ou hidrológicas com alto grau de severidade, causando impactos negativos na produtividade e rendimento das atividades agrícolas. Além disso, ainda acarreta problemas quanto ao abastecimento hídrico para o consumo humano e a dessedentação dos animais que vivem nas regiões acometidas pelo evento (Santos et al., 2022).

O impacto de uma seca depende muito da vulnerabilidade da sociedade em um determinado momento, pois mesmo que secas subsequentes atinjam uma mesma região com idêntica intensidade, duração e espacialidade, os seus efeitos são distintos (Cunha et al., 2019).

Com isso, o fenômeno das secas no nordeste do Brasil vem sendo analisado por várias décadas, e nos últimos anos ganhou destaque devido a intensificação de sua ocorrência em distintas regiões brasileiras (Oliveira-Júnior et al., 2021). Silva et al. (2023) através de técnicas de sensoriamento remoto aplicados ao período de 2000 a 2019 destacou uma significativa vulnerabilidade da cobertura vegetal e redução crítica dos corpos hídricos no semiárido nordestino em virtude das secas na região. Ainda, parâmetros físico-químicos avaliados apresentaram deficiência hídrica significativa, seguido de estiagem severa e prolongada.

O evento Seca é um fenômeno natural e ocorre quando a precipitação anual é inferior aos índices registrados em anos considerados com precipitação normal. Com isso, vários indicadores podem ser utilizados para caracterizar as condições de seca usando variáveis como vazão, temperatura, precipitação, lençol freático, entre outros. As medidas mais comuns relacionadas as características das secas são: frequência, duração, déficit e intensidade. Assim, as secas podem ser classificadas em quatro categorias: fraca, moderada, severa e extrema (Duarte et al., 2018).

Para se estudar a situação das secas se tem uma diversidade de tipos de índices. Gonçalves et al. (2021) destaca como principais índices associados a deficiência na precipitação: Índice de Precipitação Padronizado (Standardized Precipitation Index - SPI), Índice de Precipitação e Evapotranspiração Padronizado (Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index - SPEI), Índice da Anomalia da Precipitação (Anomaly Precipitation Index) e Índice Chinês Z (China Z Index). Ainda, para monitorar as secas agrícolas os autores citam índices associados a umidade do solo, vegetação e índices que necessitam dos valores da vazão e nível de corpos hídricos como dados de entrada.

Estes índices são utilizados ao longo de todo o mundo. Chong et al. (2022) analisaram a variabilidade espaço-temporal do Índice Padronizado de Precipitação (*Standardized Precipitation Index-SPI*) em regiões da Malásia. Samantaray et al. (2022) desenvolveram o índice RPD, para monitoramento meteorológico de seca, como uma variante do SPI, com a incorporação de informações associadas aos dias chuvosos na Índia. Ashraf et al. (2022) utilizaram o SPI, Índice de Recuperação de Seca (*Reconnaissance Drought Index – RDI*) e método dos Decis (*Rainfall Deciles-DI*) no Paquistão.

No Brasil, Costa et al. (2021) avaliou o SPI anual, obtido através do software *Drinc* e com base na análise multivariada identificou extremos de chuva e seca no Estado de Alagoas e a sua relação com o ENSO. Duarte et al. (2018) fizeram uso do método RUN e realizaram uma análise das secas e seus impactos na agropecuária no município de Campina Grande/PB. Souza et al. (2023) utilizou o SPI com escala temporal mensal, trimestral e anual para avaliar a configuração de picos positivos e negativos de curta duração para detectar períodos de seca. Melo e Sousa (2021) ajustaram funções de densidade de probabilidades aos índices de severidade de seca (mm) e duração de seca (meses) em três sub-regiões do semiárido brasileiro.

Segundo os autores os índices foram obtidos através do método RUN.

Com isso, prolongados períodos de estiagens contribuem com desequilíbrios socioeconômicos, interferem na dinâmica da superfície terrestre e apresentam maiores impactos sobre a vegetação e a produção de culturas em períodos secos e ambientes semiáridos (Saha et al., 2022).

A região escolhida nesse estudo corresponde ao semiárido paraibano, uma área caracterizada por ter ampla irregularidade espaço-temporal pluviométrica e um histórico amplo de eventos de seca. Com isso, o objetivo deste estudo consiste em identificar as regiões pluviométricas homogêneas no estado da Paraíba e analisar a duração, severidade e intensidade das secas nestas regiões de modo a contribuir com a gestão dos recursos hídricos nestas áreas.

## Material e métodos

### Localização e Caracterização da Área de Estudo

A Paraíba é um estado da região Nordeste do Brasil localizado entre as coordenadas 5.875°S

e 8.625°S a 38.875°W e 34.625°W, conforme Figura 1. Apresenta diferentes regimes pluviométricos entre a região do Sertão/Borborema, cujo clima é o semiárido com estação chuvosa e seca bem definidas e a zona da Mata/Agreste com clima tropical subúmido com distribuição temporal mais uniforme da quantidade de chuva ao longo do ano (Xavier Júnior et al., 2021).

Na Figura 1 é possível identificar a Paraíba quase inteiramente compreendida na região semiárida do Brasil. No estudo das secas é imprescindível a análise do comportamento climático pluviométrico para identificar a ocorrência destes eventos. Para tanto, houve a utilização de totais mensais pluviométricos de 41 postos pluviométricos localizados na região semiárida do estado da Paraíba, dispostos conforme a Figura 1, para o período de janeiro de 1996 a dezembro de 2021 cedidos através da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA. Ainda, o critério considerado para a escolha dos postos pluviométricos foi sua disposição espacial em relação à área de estudo, a ausência de falhas nos dados e a existência de séries temporais concomitantes.

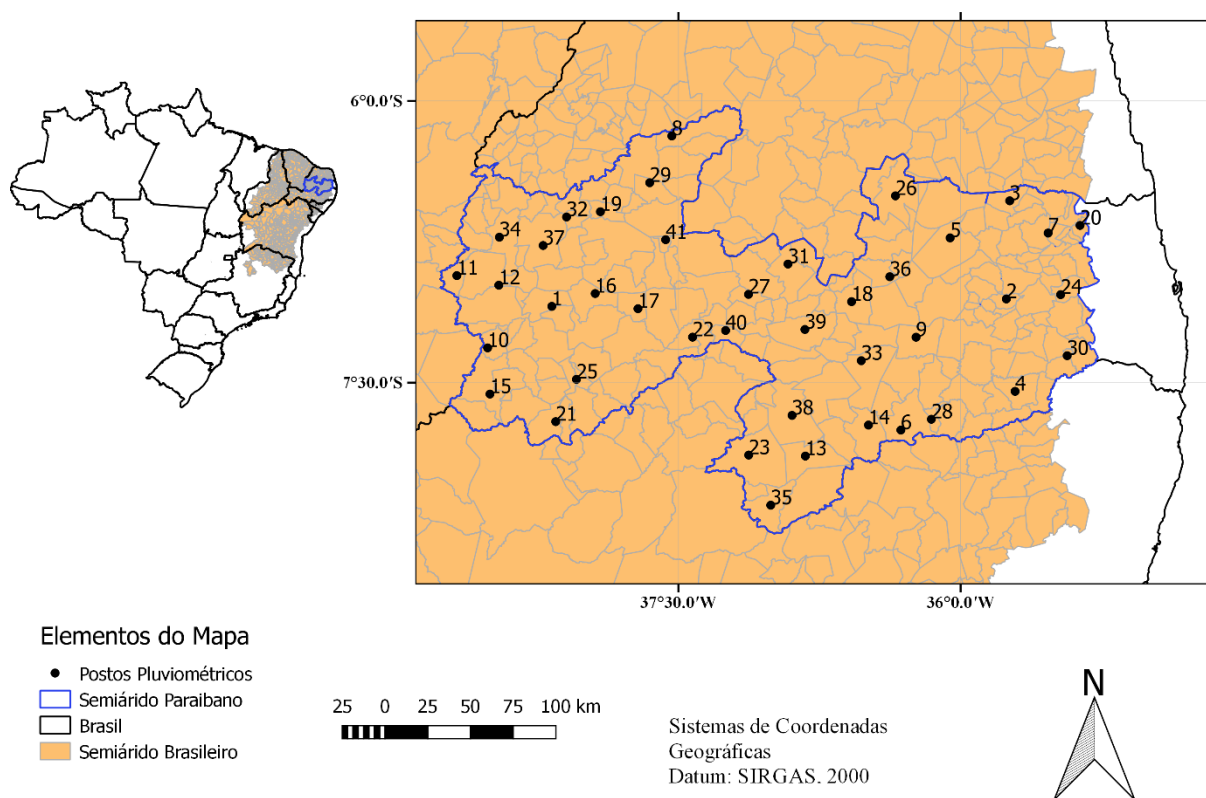


Figura 1. Distribuição espacial dos postos pluviométricos no estado da Paraíba. Fonte: Autores (2025)

Os dados pluviométricos foram analisados utilizando técnicas de estatística descritiva, nas quais foram calculados os seguintes parâmetros: desvio padrão (DP), primeiro quartil (Q1), terceiro quartil (Q3), coeficiente de assimetria (CA), coeficiente de curtose (CC) e coeficiente de variação (CV). Essa abordagem permitiu uma análise detalhada da variável precipitação em todo o semiárido paraibano, contribuindo para uma melhor compreensão de suas características ao longo do tempo e do espaço.

Empregou-se a técnica de análise de agrupamento, que permitiu realizar uma classificação e avaliar as relações existentes entre as observações formando grupos com elementos similares que compõem o mesmo grupo e cada grupo apresenta pouca similaridade entre si (Santana & Silva, 2019). Ainda, os autores destacam uma divisão entre os algoritmos de agrupamentos em: agrupamento hierárquico, por apresentar grupos aninhados de modo a formar uma árvore hierárquica (dendrograma) e o agrupamento particional, onde todos os “clusters” encontrados simultaneamente correspondem a uma partição dos dados. Para este estudo se fez uso do agrupamento hierárquico para a obtenção de regiões homogêneas, permitindo uma melhor descrição sobre as características pluviométricas da região.

Segundo Melo e Sousa (2021) o método hierárquico tem início em seu processo aglomerativo considerando que cada indivíduo representa um grupo isolado, após dar sequência aos passos do algoritmo, os indivíduos vão formando grupos por aglomeração. O método utilizado neste estudo foi o método de Ward, por ser o que melhor refletiu a natureza dos dados analisados. O método de Ward tem como principal característica a minimização da soma das variâncias intragrupo a cada etapa do processo de aglomeração, buscando formar grupos mais homogêneos internamente (Santana & Silva, 2019). Além disso, como função de agrupamento se utilizou a distância euclidiana ao quadrado, que é calculada pela Equação 1:

$$D_e = \sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{i'j})^2 \quad (\text{Eq. 1})$$

em que:

$x_{ij}$  é a  $j$ -ésima característica do  $i$ -ésimo indivíduo;  $x_{i'j}$  é a  $j$ -ésima característica do  $i'$ -ésimo indivíduo. Quanto mais próximo de zero for a distância euclidiana mais os objetos (variáveis) comparados serão similares.

Para auxiliar na obtenção do número de grupos, analisou-se o dendrograma ou diagrama de árvore. No seu eixo vertical são dispostas as estimativas de similaridades/distâncias, enquanto, no eixo horizontal os indivíduos agrupados. Realizou-se um corte transversal, tendo por base o critério matemático da inércia e o conhecimento conceitual sobre o comportamento das chuvas da região semiárida do estado da Paraíba. Após a delimitação das regiões homogêneas, realizou-se uma análise por meio de boxplot para cada região, com o objetivo de compreender o comportamento das chuvas ao longo do tempo e analisar sua distribuição espacial nas áreas previamente identificadas.

Para obtenção dos parâmetros de seca como duração, intensidade e severidade foi utilizado o método RUN, conforme Figura 2. As séries mensais pluviométricas foram organizadas de modo a encontrar a média da série e, em seguida, determinou-se as anomalias pluviométricas mensais, conforme Melo e Sousa (2021). No processo de construção das séries se considerou apenas os meses que faziam parte do semestre mais chuvoso para cada posto pluviométrico. A partir das anomalias obtidas, foram encontrados os índices de seca pertencentes ao método aplicado. Nesse aspecto, a duração correspondeu ao período entre o início e o fim de uma seca (tempo em que as precipitações são inferiores à média climatológica), sendo está expressa em semanas, meses ou anos (Araújo, 2018). A severidade representa a soma do déficit, enquanto a intensidade é dada pela razão entre a severidade e a duração (Melo & Sousa, 2021).

Além disso, foram elaborados mapas temáticos para representar a espacialização do total anual de precipitação e dos índices resultantes da aplicação do método RUN.

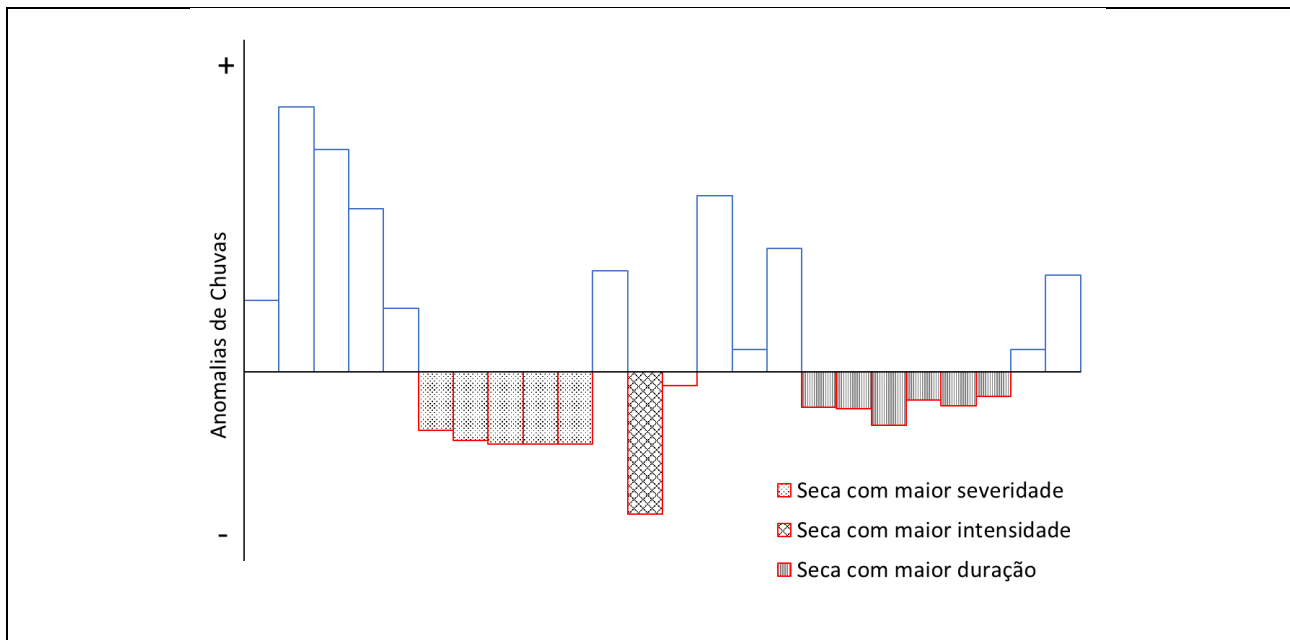


Figura 2. Anomalias de chuvas representando a intensidade, duração e severidade das secas. Fonte: Adaptado de Dracup et al. (1980).

### Resultados e discussão

A seguir são mostrados e descritos os resultados obtidos a partir da análise descritiva da pluviometria do semiárido paraibano, como também pelo método de Ward, para o período de janeiro de 1996 a dezembro de 2021. Os resultados da análise, vistos na Tabela 1, indicam que o trimestre mais seco ocorre entre setembro e novembro, período em que a mediana evidencia ausência de precipitação em 50% dos dados das séries temporais mensais. Em contrapartida, o trimestre mais chuvoso, de fevereiro a abril, registra os maiores valores de precipitação, com destaque para o mês de março, que apresenta os maiores índices de máximo, média e mediana, seguido por abril. Para março, 75% dos valores pluviométricos são inferiores ou iguais a 191,8 mm, enquanto em abril as pluviometrias são inferiores ou iguais a 164,8mm. Os valores mínimos zero foram identificados para todos os meses, ressaltando a ausência de pluviometria mensal para todas as séries pluviométricas. Todos os meses apresentaram média superior a mediana e coeficiente de assimetria positivo. Ainda, os coeficientes de variação acima de 70% indicaram alta variabilidade pluviométrica no semiárido paraibano, com maior destaque para o período seco onde ocorre os maiores percentuais. Ainda, as menores diferenças entre os coeficientes de variação podem ser notadas durante o trimestre mais chuvoso na região. Com relação a curtose, os

valores maiores que zero indicam uma distribuição do tipo leptocúrtica.

Essa elevada variabilidade pluviométrica e a ocorrência de períodos prolongados de seca no semiárido paraibano impactam diretamente os recursos hídricos e os ecossistemas locais, comprometendo a disponibilidade de água nos reservatórios, afetando a captação para abastecimento humano e a dessedentação de animais, além de reduzir a umidade do solo e comprometer o desenvolvimento da vegetação natural e das culturas agrícolas (Santos et al., 2022). Esse cenário intensifica a vulnerabilidade da cobertura vegetal, contribuindo para processos de desertificação e para a redução crítica dos corpos hídricos na região (Silva et al., 2023), reduzindo a oferta de alimentos e afetando a segurança alimentar da população local (Saha et al., 2022). Portanto, a gestão eficiente dos recursos hídricos e a adoção de práticas de adaptação às mudanças climáticas tornam-se essenciais para minimizar os impactos socioambientais das secas no semiárido nordestino.

Na Figura 3, é mostrado o agrupamento dos postos pluviométricos em três grupos por meio de corte transversal no dendrograma. O grupo 1, tem o maior número de postos pluviométricos cerca de 19, seguido do grupo 3 composto por 16 postos e o grupo 2 com apenas 6.

Tabela 1 – Estatística descritiva das pluviometrias do Semiárido paraibano

| Meses     | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | DP    | Q1   | Q3    | CA  | CC   | CV    |
|-----------|--------|--------|-------|---------|-------|------|-------|-----|------|-------|
| Janeiro   | 0,0    | 555,0  | 84,5  | 49,6    | 99,3  | 14,3 | 118,3 | 1,9 | 4,0  | 117,5 |
| Fevereiro | 0,0    | 419,2  | 98,9  | 76,4    | 83,1  | 33,5 | 144,5 | 1,1 | 0,7  | 84,0  |
| Março     | 0,0    | 677,1  | 140,5 | 122,0   | 103,6 | 65,2 | 191,8 | 1,3 | 2,6  | 73,8  |
| Abril     | 0,0    | 529,8  | 116,4 | 98,9    | 90,5  | 49,0 | 164,8 | 1,2 | 2,1  | 77,8  |
| Maio      | 0,0    | 409,7  | 76,1  | 57,9    | 70,0  | 24,0 | 106,8 | 1,5 | 2,4  | 91,9  |
| Junho     | 0,0    | 389,8  | 45,8  | 26,2    | 54,0  | 9,4  | 63,0  | 2,0 | 5,1  | 118,0 |
| Julho     | 0,0    | 359,1  | 34,6  | 18,2    | 47,7  | 5,1  | 44,2  | 2,7 | 9,0  | 137,8 |
| Agosto    | 0,0    | 202,2  | 15,0  | 3,0     | 27,2  | 0,0  | 17,9  | 2,9 | 10,4 | 181,6 |
| Setembro  | 0,0    | 194,5  | 6,4   | 0,0     | 18,2  | 0,0  | 4,6   | 5,6 | 41,1 | 284,1 |
| Outubro   | 0,0    | 230,4  | 8,3   | 0,0     | 22,2  | 0,0  | 5,0   | 4,7 | 27,5 | 266,4 |
| Novembro  | 0,0    | 218,6  | 11,6  | 0,0     | 24,9  | 0,0  | 11,8  | 3,8 | 18,5 | 214,8 |
| Dezembro  | 0,0    | 211,6  | 29,4  | 13,5    | 39,4  | 0,0  | 44,2  | 1,9 | 3,4  | 134,0 |

DP = Desvio padrão; Q1 = 1º Quartil; Q3 = 3º Quartil; CA = Coeficiente de assimetria; CC = Coeficiente de curtose; CV = Coeficiente de variação. Fonte: Autores (2025).

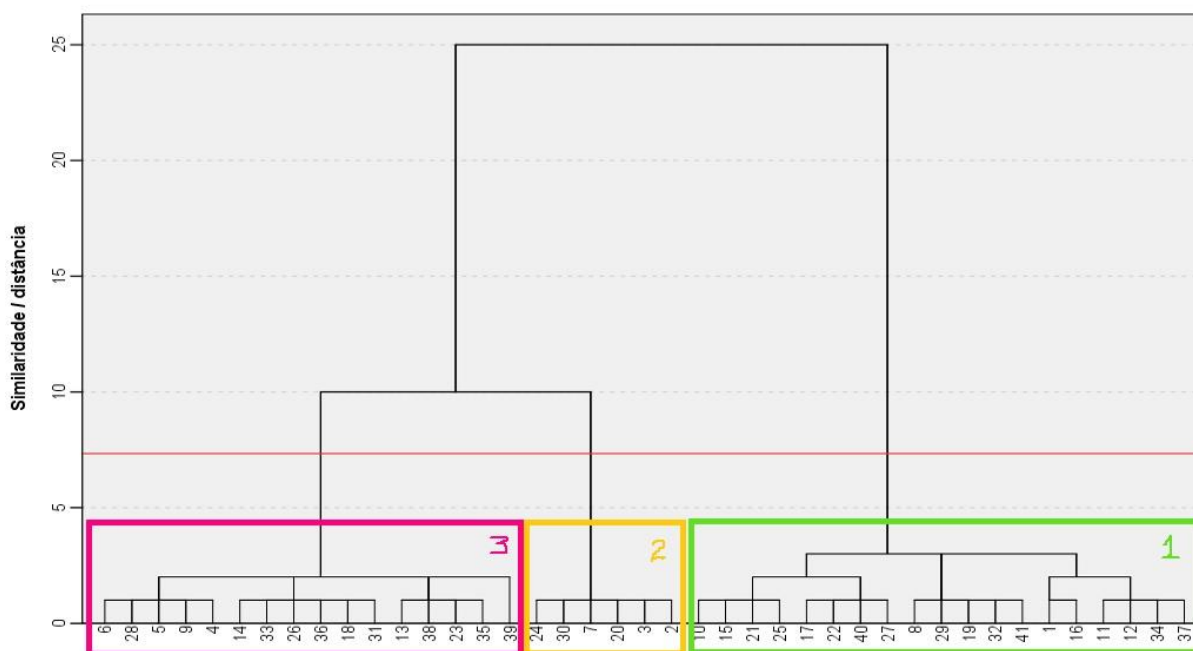


Figura 3. Dendrograma obtido pelo método de Ward para as médias pluviométricas do semiárido paraibano. Fonte: Autores (2025).

Na Figura 4 é mostrada a distribuição espacial dos grupos sobre o semiárido

paraibano. O grupo 1 fica localizado na região oeste da Paraíba, o grupo 2 fica na região leste

Souza, B. S., Macedo, M. J. H., Sousa, F. A. S.

do semiárido paraibano, enquanto o grupo 3 corresponde a região central do Estado. Resultado semelhante foi obtido por Macedo et al. (2010) usando a análise de agrupamento fazendo o uso do método K-Means para toda a Paraíba. Ainda é possível notar muita similaridade entre as técnicas Ward e K-Means e a distribuição espacial apresentada na Figura 4. Macedo et al. (2010) ainda descreveram características semelhantes na orografia, clima e na atuação dos fenômenos meteorológicos nas áreas delimitadas. Melo (2021) também regionalizou todo o estado da Paraíba obtendo três regiões pluviométricas homogêneas com o uso do método de Ward, a região 1 desse estudo se apresentou muito semelhante ao grupo 1 disposto na Figura 4, enquanto a região 2 de Melo (2021) compreendeu o grupo 3 e 2 quase por completo, e o grupo 3 abrangeu a mesorregião da zona da mata.

A regionalização dos padrões pluviométricos no semiárido paraibano, tem implicações significativas para a gestão dos recursos hídricos na região. A identificação de três grupos distintos, com distribuições espaciais distintas, permite uma compreensão mais detalhada das variações espaciais e temporais das chuvas, o que é fundamental para o planejamento hídrico. Estudos anteriores corroboram a importância dessa regionalização. Por exemplo, Rodrigues (2020) analisou a espacialização das chuvas na bacia do Alto Curso do Rio Piranhas, no semiárido paraibano, destacando a distribuição irregular das precipitações e a necessidade de estratégias de gestão hídrica adaptadas às características locais. Barreto (2021) discutiu a regionalização do saneamento na Paraíba, enfatizando que as variações nos índices pluviométricos influenciam diretamente a disponibilidade hídrica e a sustentabilidade econômico-financeira.

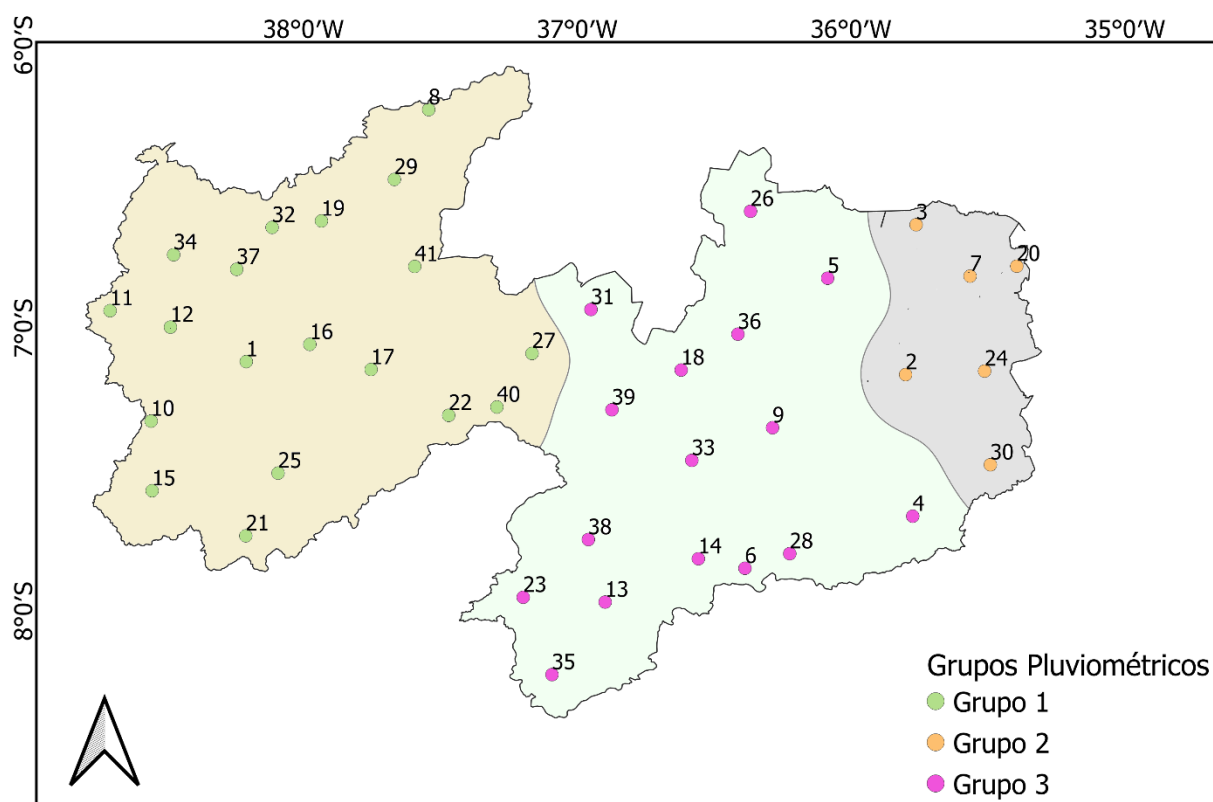


Figura 4. Delimitação de grupos pluviometricamente homogêneos obtidos pelo método Ward. Fonte: Autores (2025).

Na Tabela 2 é possível observar os semestres mais chuvosos de acordo com os postos pluviométricos pertencentes a cada

grupo. O semestre mais chuvoso do grupo 1 apresentou a maioria dos postos pluviométricos com maiores médias



pluviométricas entre dezembro e maio, todos os postos do grupo 2 tinham pluviometrias entre fevereiro e julho, enquanto a predominância das chuvas das estações do grupo 3 eram de janeiro a junho. A compreensão das diferenças nos períodos mais chuvosos entre os grupos identificados é crucial para a gestão eficiente dos recursos hídricos. Essas variações temporais e espaciais nas precipitações exigem abordagens de gestão hídrica que considerem as especificidades de cada grupo. A alocação de recursos para infraestrutura de captação, armazenamento e distribuição de água deve ser planejada de acordo com os padrões pluviométricos locais, garantindo a disponibilidade

hídrica durante os períodos secos e atendendo às necessidades das comunidades. Além disso, a regionalização auxilia na implementação de políticas públicas direcionadas, como programas de conservação de solo e água, práticas agrícolas adaptadas às condições climáticas locais e estratégias de mitigação dos efeitos da seca.

Ao alinhar as ações de gestão hídrica com as características pluviométricas regionais, é possível promover uma utilização mais sustentável dos recursos hídricos e aumentar a resiliência das comunidades frente às variações climáticas típicas do semiárido paraibano (Rodrigues, 2020; Barreto, 2021).

Tabela 2 – Informações sobre os municípios localizados em cada grupo pluviométrico e semestre mais chuvoso.

| Grupos | Municípios (número da localização do posto representante)                                                                                                                                                                                                               | Semestre mais chuvoso |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1      | Aguiar (1), Bonito de Santa Fé (10), Cachoeira dos Índios (11), Cajazeiras (12), Conceição (15), Coremas (16), Emas (17), Manaíra (21), Mãe D'Água (22), Nova Olinda (25), Quixaba (27), São João do Rio do Peixe (34), Sousa (37), Teixeira (40) e Vista Serrana (41). | dezembro a maio       |
| 1      | Belém do Brejo do Cruz (8), Lagoa (19), Riacho dos Cavalos (29) e São Francisco (32).                                                                                                                                                                                   | janeiro a junho       |
| 2      | Alagoa Nova (2), Araruna (3), Belém (7), Lagoa de Dentro (20), Mulungu (24) e Salgado de São Félix (30).                                                                                                                                                                | fevereiro a julho     |
| 3      | Aroeiras (4) e Boa Vista (9).                                                                                                                                                                                                                                           | fevereiro a julho     |
| 3      | Barra de Santa Rosa (5), Barra de São Miguel (6), Camalaú (13), Caraúbas (14), Juazeirinho (18), Picuí (26), Riacho de Santo Antônio (28), São João do Cariri (33), São Vicente do Seridó (36), Sumé (38) e Taperoá (39).                                               | janeiro a junho       |
| 3      | Monteiro (23), Santa Luzia(31) e São Sebastião do Umbuzeiro (35).                                                                                                                                                                                                       | dezembro a maio       |

As estatísticas descritivas das pluviometrias de cada grupo, ao longo dos meses, podem ser verificadas nos gráficos Boxplot dispostos na Figura 5. O trimestre com maiores médias e medianas de precipitação para os grupos 1 e 3 foi de fevereiro a abril, enquanto para o grupo 2 as maiores médias foram de maio a julho e os maiores valores de mediana foram identificados de abril a junho. Os maiores valores de máximo de pluviometria foram identificados em março e janeiro para o grupo 1, cerca de 677,1 e 555 mm, respectivamente.

Ainda, este grupo apresentou maior dispersão para 50% dos valores pluviométricos e maiores médias pluviométricas quando comparadas aos outros grupos. Todas as

assimetrias verificadas são positivas revelando distribuições simétricas a direita ao longo do ano, porém alguns meses apresentaram distribuições próximas a simétrica como é o caso dos meses de fevereiro e março do grupo 1 e abril do grupo 2, pois para esses o coeficiente de assimetria se revelou inferior a 0,7.

O período menos chuvoso para o grupo 1 é de agosto a novembro, nesses meses a mediana corresponde ao valor zero, este comportamento é semelhante para o grupo 3, o valor zero é verificado de setembro a novembro, enquanto para o grupo 2 as medianas dos meses de menor pluviometria são setembro, outubro e novembro, com



valores 13,3 mm, 5,7 mm e 3 mm, respectivamente.

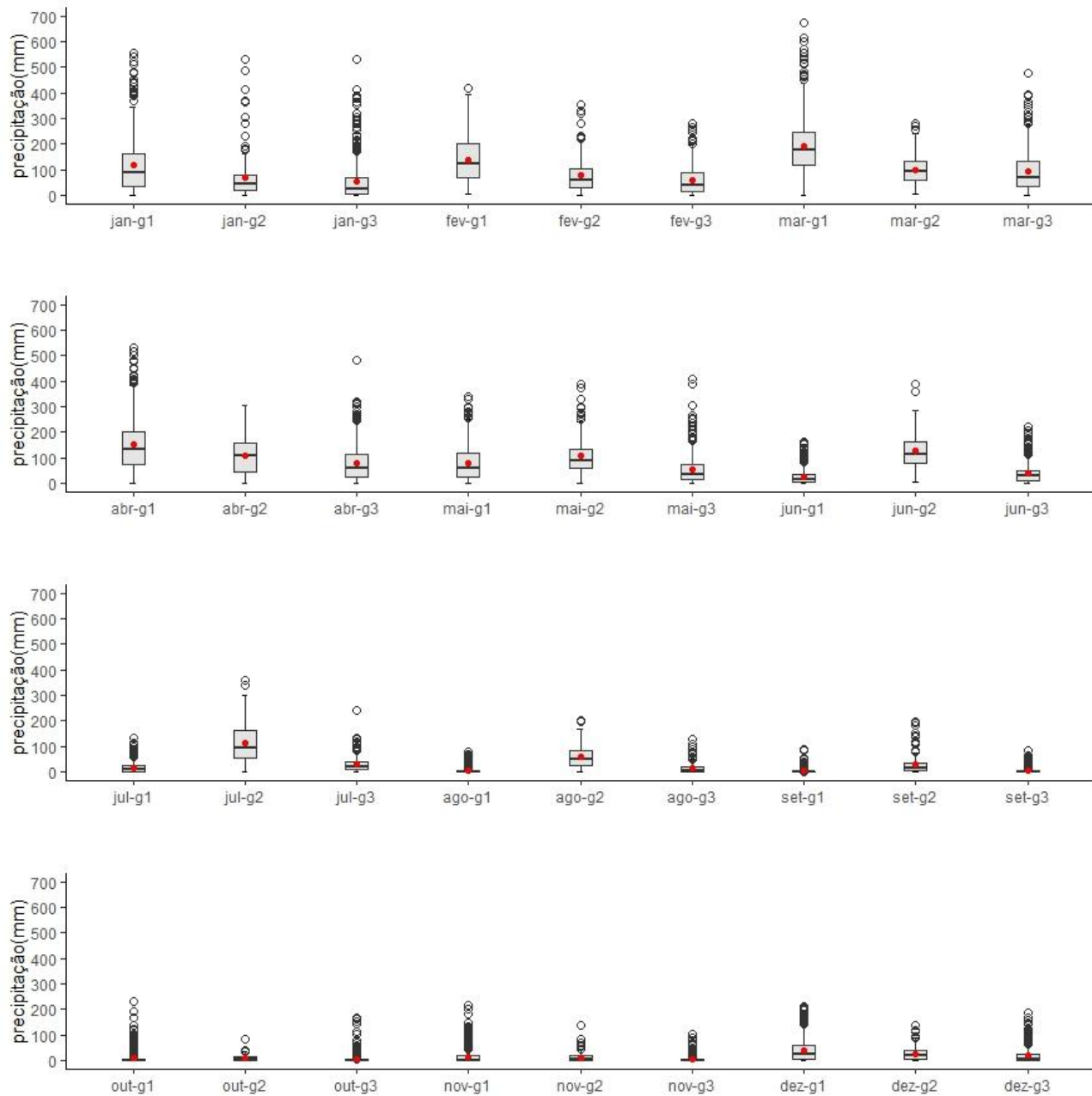


Figura 5. Boxplots mensais para as regiões pluviometricamente homogêneas. Fonte: Autores (2025).

Em relação ao total anual descrito na Figura 6 os maiores valores estão dispostos no grupo 2, com valor máximo de precipitação observado no posto pluviométrico de Alagoa Nova, cerca de 966,6mm, seguido de Aguiar no grupo 1 com precipitação de 914,9mm. Os menores valores pluviométricos foram observados na região central do semiárido paraibano que se enquadra no grupo

3, sendo observado o valor mínimo de 328,9 mm em Riacho de Santo Antônio, seguido de 359mm em Barra de São Miguel. Francisco et al. (2015) destaca que essa região compreende o Planalto da Borborema e apresenta clima do tipo Bsh - Semiárido quente, com chuvas abaixo de 600 mm ao ano e temperatura mais baixa em relação as outras regiões do estado, em decorrência ao efeito

Souza, B. S., Macedo, M. J. H., Sousa, F. A. S.

da altitude (400 m a 700 m). Ainda, segundo os autores as chuvas nesta região sofrem influência das massas Atlânticas de sudeste e de norte.

A variabilidade da precipitação entre os grupos, pode estar associada à atuação de diferentes sistemas meteorológicos na região, como a ZCIT, por exemplo, que tem sua posição mais ao sul do equador, em média de 2°S nos meses de março e abril segundo o estudo feito por Nobre e Molion (1988). Além de a ZCIT ser o principal sistema atmosférico causador de chuva nesta região e que define se o período chuvoso irá ser abundante ou não (Marengo et al. 2018), há também a

influência da presença do VCAN. Diversos autores, Kousky e Gan (1981), Ramirez (1997), Ramirez et al. (1999) e Moraes (2015), definiram o período de atuação do VCAN na estação de verão (dezembro à março) contribuindo, dependendo da sua posição, para as chuvas nestes meses para a região norte. Bem como o DOL e LIs, que também exercem influência sobre a variabilidade das chuvas e impactam a distribuição temporal e espacial da precipitação, contribuindo para os períodos prolongados de anomalias pluviométricas observadas na região (Oliveira Júnior et al., 2021; Costa et al., 2021; Monteiro, 2022).

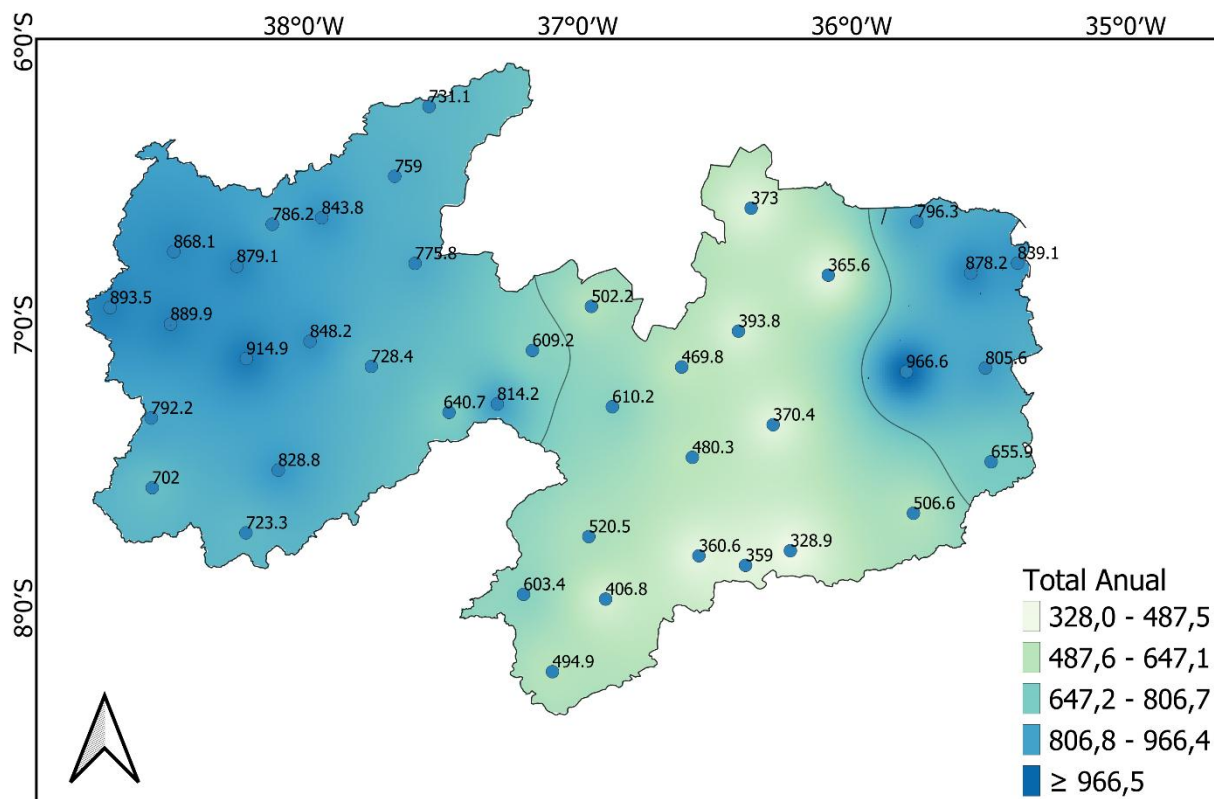


Figura 6. Totais anuais precipitados de cada um dos grupos pluviométricos obtidos no semiárido paraibano. Fonte: Autores (2025)

Após a caracterização do comportamento médio pluviométrico do Semiárido paraibano, de modo a qualificar e quantificar o evento chuva, o passo seguinte consistiu em analisar e estudar os meses considerados secos e as secas observadas no período chuvoso, ou seja, estudou-se a falta de chuvas ao longo do período chuvoso com base nas informações dos índices de severidade, duração e intensidade das secas.

Na Tabela 3 é possível identificar e comparar diversas características das variáveis severidade, duração e intensidade dos grupos Souza, B. S., Macedo, M. J. H., Sousa, F. A. S.

pluviométricos. A severidade apresentou valor de assimetria negativa para todos os grupos indicando uma assimetria a esquerda, enquanto a intensidade para os grupos 1 e 2 revelou uma assimetria próxima a curva normal, fato também justificado no valor da curtose de 0,0 e de 0,4 respectivamente. No grupo 3, a curtose é representada com um valor de 72,7 estando associado à uma curva leptocúrtica. Quanto a duração das secas, as médias entre os grupos ficaram próximas, se concentraram entre 2 e 3 meses, onde o último corresponde a 50% do semestre chuvoso com ausência de precipitação.

A duração média de 3 meses foi comum aos grupos 1 e 3 e a esses estavam associadas as maiores durações de secas, cerca de 15 e 19 meses, respectivamente. Ainda, pode-se notar os maiores valores de dispersão da variável severidade no grupo 3, da intensidade no grupo 2 e da duração nos grupos 2 e 3.

Pesquisas anteriores mostraram-se relevantes com aplicação de metodologias semelhantes no estado da Paraíba. Farias et al. (2016) monitoraram as secas nos municípios de Areia, Aroeiras, Bananeiras e Boa Vista, para identificar períodos de seca e avaliar características como duração, déficit hídrico e intensidade. Os resultados indicaram que as secas mais severas nesses municípios ocorreram nos períodos de 1995 - 1999, 2012 - 2014, 2005 - 2006 e 2010. A duração das secas mais intensas e prolongadas analisadas no presente estudo (grupo 1 e no grupo 3) se aproxima dos períodos críticos observados por Farias et al., (2016), embora a distribuição espacial dos eventos possa diferir devido à abrangência maior apresentada na atual pesquisa, que inclui todo o estado da Paraíba. Além disso, Farias et al. (2016) utilizaram o Método dos Deflúvios, enquanto o artigo analisado empregou o método RUN para avaliar a duração, severidade e intensidade das secas. Ambas as abordagens permitem quantificar eventos de seca, mas o método RUN se destaca pela sua aplicabilidade no cálculo de severidade e intensidade diretamente a partir das séries temporais de precipitação.

Já Brasil Neto (2020) avaliou o comportamento espaço-temporal das secas no estado da Paraíba, caracterizando eventos de seca quanto à duração, severidade, intensidade,

frequência e percentual de área atingida, fornecendo uma compreensão abrangente das secas na região. Em termos de resultados, identificou variações espaciais significativas na severidade e duração das secas, o que também foi observado no presente estudo. No entanto, enquanto Brasil Neto (2020) utilizou uma abordagem baseada no Índice Padronizado de Precipitação (SPI) e dados do satélite TRMM, nesse estudo trabalhou exclusivamente com dados de postos pluviométricos da AESA, cobrindo o período de 1996 a 2021. Vale ressaltar que ambos destacam a variabilidade espacial das secas na Paraíba. No presente estudo, essa variabilidade foi representada pela divisão em três grupos homogêneos de precipitação, onde o grupo 1 apresentou os maiores valores médios de severidade e intensidade das secas, e o grupo 3 registrou a maior duração média de eventos secos. Esses achados reforçam as conclusões de Brasil Neto (2020) sobre a distribuição desigual dos impactos da seca no estado.

Esta análise ressalta a importância de abordagens complementares no estudo das secas, combinando diferentes métodos para obter uma visão mais abrangente dos impactos no semiárido paraibano.

Na Tabela 3, observa-se que o Grupo 1 apresenta a maior mediana de severidade, com um déficit pluviométrico de 154,2 mm, duração de 2 meses e intensidade de -67,1 mm/mês. Por outro lado, o Grupo 3 exibe a menor severidade mediana (-74,6 mm), com uma intensidade semelhante à do Grupo 2 (-36,0 mm/mês) e duração também de 2 meses.

Tabela 3 – Estatística descritiva das variáveis severidade, duração e intensidade dos grupos pluviometricamente homogêneos. Fonte: Autores (2025).

| Estatística         | Grupo 1 |      |        | Grupo 2 |      |        | Grupo 3 |      |        |
|---------------------|---------|------|--------|---------|------|--------|---------|------|--------|
|                     | S       | D    | I      | S       | D    | I      | S       | D    | I      |
| Média               | -184,8  | 3,0  | -66,0  | -112,9  | 2,0  | -41,6  | -117,0  | 3,0  | -37,7  |
| Mediana             | -154,2  | 2,0  | -67,1  | -86,5   | 2,0  | -35,3  | -74,6   | 2,0  | -36,0  |
| DP                  | 147,0   | 2,0  | 25,1   | 98,3    | 2,0  | 29,2   | 129,7   | 3,0  | 21,1   |
| CV (%)              | 79,5    | 66,7 | 38,0   | 87,1    | 100  | 70,2   | 110,8   | 100  | 56     |
| CA (adimensional)   | -1,9    | 2,0  | 0,2    | -1,5    | 2,0  | -0,9   | -2,6    | 2,0  | -5,4   |
| CC (adimensional)   | 6,4     | 7,0  | 0,0    | 2,5     | 4,0  | 0,4    | 7,7     | 6,0  | 72,7   |
| Mínimo/ Máxima seca | -1134,3 | 1,0  | -138,9 | -511,0  | 1,0  | -139,9 | -897,9  | 1,0  | -332,7 |
| Máximo/ Mínima seca | -0,5    | 15,0 | -0,5   | -1,3    | 10,0 | -2,6   | 0,0     | 19,0 | 0,0    |

Nota: S é a Severidade (mm), D é a Duração (meses) e I é a Intensidade (mm/mês).

Em relação ao coeficiente de variação (CV) e desvio padrão (DP) da severidade, o Grupo 1 apresentou o maior desvio padrão (147,0 mm), indicando que os déficits pluviométricos dentro

desse grupo são altamente dispersos. Entretanto, o CV (79,5%) sugere que essa variabilidade, embora alta, é relativamente controlada quando comparada à média do grupo. O Grupo 2 possui o menor DP

(98,3 mm), o que mostra menor dispersão nos déficits de chuva. No entanto, o CV (87,1%) ainda revela uma variação considerável dentro desse grupo. Já o Grupo 3 tem um DP elevado (129,7 mm) e o maior CV (110,8%), indicando que os déficits pluviométricos são altamente variáveis em relação à sua média. Esse grupo apresenta secas com severidade muito distintas entre eventos, tornando-o o mais irregular em termos de déficit pluviométrico.

Na análise da variabilidade da intensidade o Grupo 2 tem o maior desvio padrão e coeficiente de variação, cerca de 29,2mm e 70,2%, respectivamente, sugerindo que as secas nesse grupo apresentam intensidades bastante distintas entre si e alta variabilidade. O Grupo 1 apresenta o menor CV na intensidade (38,0%), indicando maior homogeneidade na intensidade desse grupo. O Grupo 3, por sua vez, tem o menor DP (21,1 mm/mês), mas um CV relativamente alto (56%), indicando que, mesmo com menor dispersão absoluta, a intensidade das secas varia consideravelmente quando comparada à média do grupo.

Na variabilidade da duração, o desvio padrão se apresentou maior para o Grupo 3 (3,0 meses), inclusive essa região também manifestou um alto CV de 100% sugerindo que os eventos de seca apresentam variações mais expressivas no tempo de permanência.

Os três grupos apresentaram severidade com distribuição assimétrica negativa, indicando a predominância de eventos de seca mais severos do que a média. O Grupo 3 tem o maior valor negativo (-2,6) de severidade, sugerindo uma maior concentração de secas extremas. Ainda, a intensidade no Grupo 3 também possui o maior valor negativo (-5,4), revelando a presença de eventos com intensidades muito distintas da média.

Quanto a curtose o Grupo 3 exibe um valor extremamente alto para intensidade (7,7), seguido do Grupo 1, com cerca de 6,4. O Grupo 2 tem uma

distribuição mais próxima da normalidade, com valores mais baixos de curtose.

A análise da Tabela 3 sobre os valores mínimo, máximo e médio das regiões será complementada pelas Figuras 7, 8 e 9. O valor mínimo das durações foi de 1 mês para todos os grupos, Figura 7. O Grupo 1, apresentou máxima severidade de seca em relação aos outros grupos sendo seguido pelo Grupo 3, nesse também esteve associada a maior intensidade das secas, cerca de -332,7mm/mês. As intensidades para os grupos 1 e 2 estiveram próximas a -140 mm/mês. Na Figura 1, as menores frequências de seca são observadas para o Grupo 2. O Grupo 1 apresentou frequência de 87% inferior a 4 meses, o Grupo 2 apresenta 83% inferior a 3 meses e no Grupo 3 84,2% inferior a 5 meses.

Na Figura 7 o mapa Mínimo de Severidade indica o maior valor para o Grupo 1 referente ao município de Lagoa com cerca de 33,0mm, seguido de Taperoá com 32,1mm no Grupo 3 e Vista Serrana com 32,0mm pertencente ao Grupo 1, os menores valores para este mapa são identificados ao longo de todos os Grupos. O mapa correspondente ao Máximo de Severidade, apresenta os maiores valores também para os Grupos 1 e 3, porém para municípios distintos dos maiores valores de Mínimos de Severidade, sendo as três maiores severidades observadas para o município de Coremas com 1134,3 mm e Teixeira com 1001,6mm, ambos pertencentes ao Grupo 1 e Sumé com 897,9 mm no centro-sul do semiárido paraibano. Ainda, na Figura 7 destacou-se o Grupo 1 com as maiores médias de severidades de secas, conforme o mapa de Média de Severidade, também foram verificadas altas severidades próximas ao limite entre os Grupos 1 e 3. Ainda, na região central do Grupo 3 se verificou as menores médias de severidades, sendo estas de 75,7 e 78,6 mm para os municípios de Aroeiras e Barra de Santa Rosa, respectivamente.

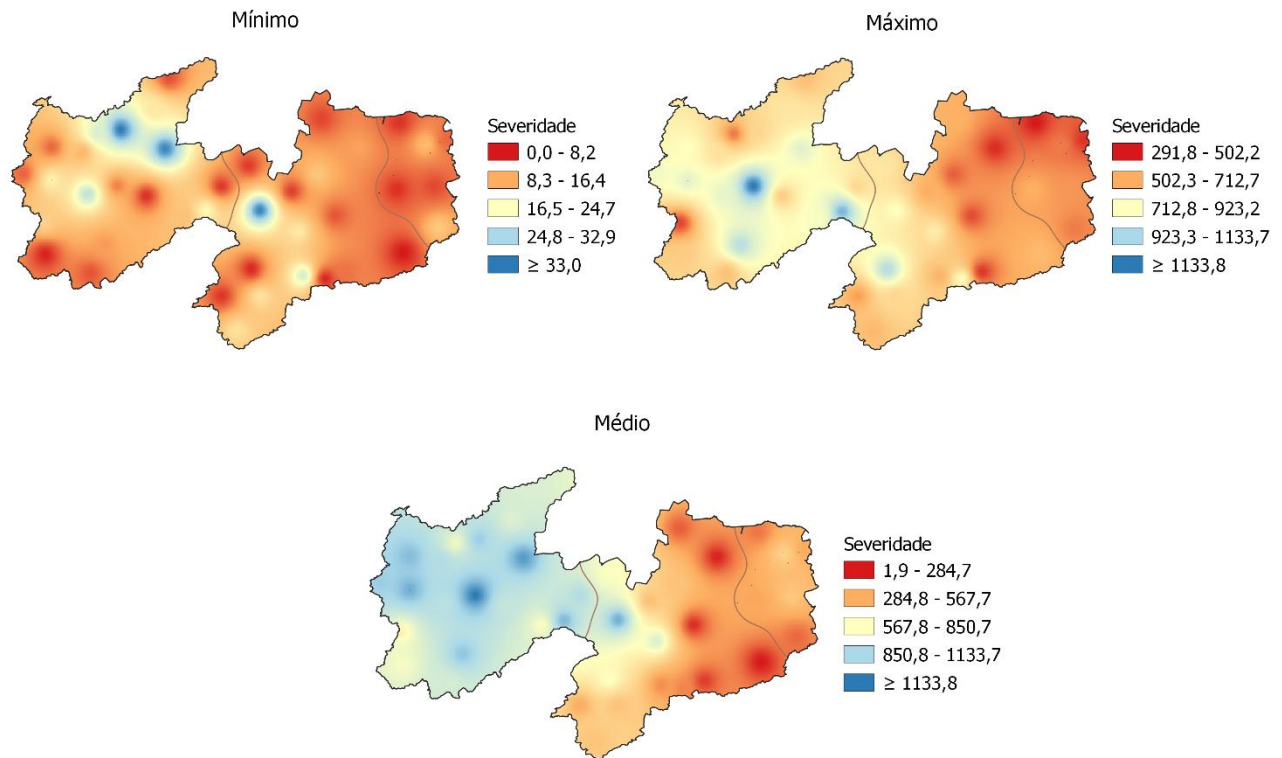


Figura 7. Severidade mínima, máxima e média na região do semiárido paraibano. Fonte: Autores (2025).

Na Figura 8, no mapa Mínimo de Intensidade os três valores mais altos correspondem aos postos citados anteriormente para os maiores valores de Mínimo de Severidade, pois Lagoa destacou-se com 33mm/mês, seguido de Vista Serrana com 24mm/mês e Taperoá com 22,6mm/mês. No mapa Máximo de Intensidade, houve maior destaque para o município de São João do Cariri, na região central do semiárido paraibano, com cerca de 332,7 mm/mês, seguido de 139,9mm/mês para o município de Araruna no Grupo 2. No mapa Média de Intensidade, se observou um comportamento espacial semelhante

ao mapa Média de Severidade, pois um maior número de municípios com as maiores médias de intensidades de secas foram identificadas no Grupo 1, também verificou-se altos valores em alguns municípios do Grupo 3 nas proximidades entre o Grupo 1 e 3. Ainda, na região central do Grupo 3 se verificou as menores médias de intensidades, sendo estas de 75,7 e 78,6 mm/mês para os municípios de Aroeiras e Barra de Santa Rosa, respectivamente. Os menores valores de médias de intensidades foram identificados para Boa Vista cerca de 26,1 mm/mês e 28,7mm/mês para Barra de Santa Rosa, ambos localizados no Grupo 3.

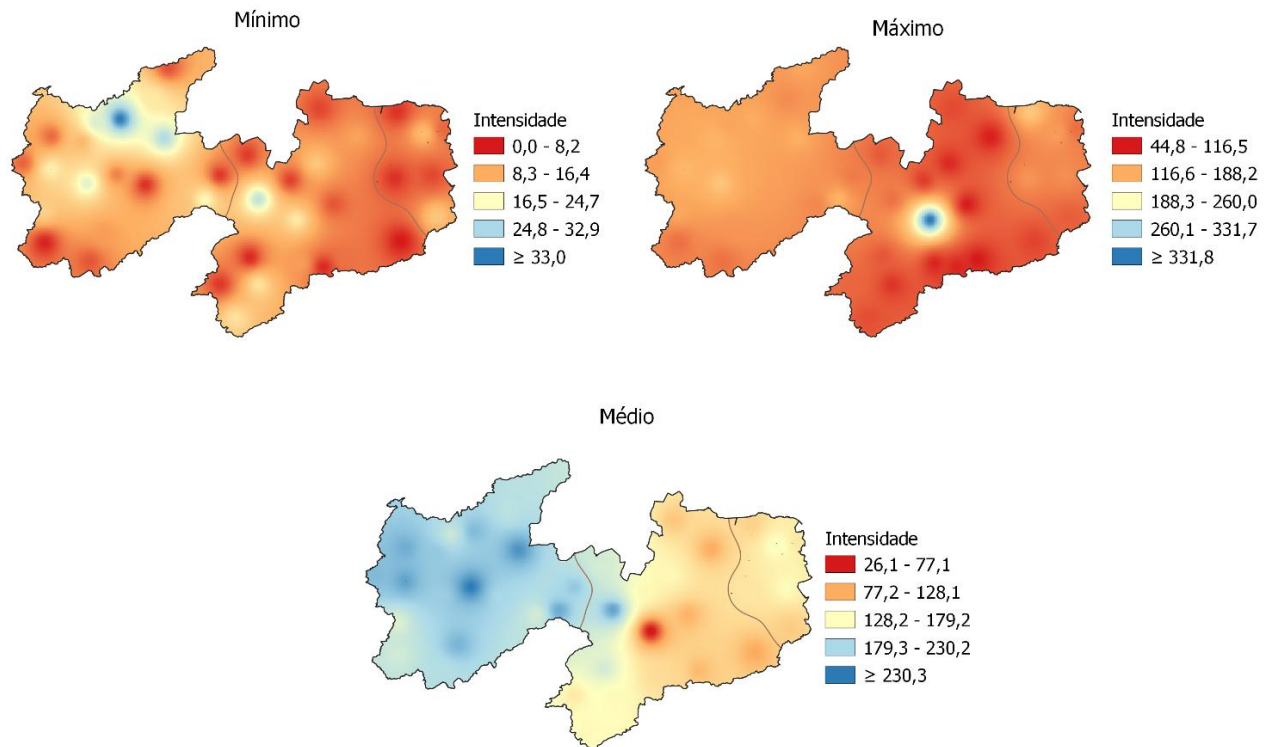


Figura 8. Intensidade mínima, máxima e média na região do semiárido paraibano. Fonte: Autores (2025).

Na Figura 9, no mapa Máximos de Duração, é notado um maior número de municípios com as maiores durações no Grupo 2, com destaque para Barra de São Miguel com 19 meses e Aroeiras e Picuí, ambos com 16 meses. Ainda, na análise deste mapa os menores valores de Duração foram observados no Grupo 1, sendo os dois valores menores observados para São Francisco cerca 5 meses e Bonito de Santa Fé em torno de 6 meses. No mapa de Médias de Duração, é possível identificar os maiores valores médios localizados na região central do semiárido do Estado, ou seja,

no Grupo 3, sendo os três maiores valores correspondentes a 3,6 meses para Taperoá, 3,5 meses para São Vicente do Seridó e 3,4 meses para São João do Cariri. Os menores valores das médias de duração são vistos no Grupo 2 e limite desse com o Grupo 3, com destaque para o município Salgado de São Félix com 2,2 meses e Lagoa de Dentro, Alagoa Nova, Araruna e Aroeiras com 2,3 meses. Apenas o último município citado pertence ao Grupo 3.



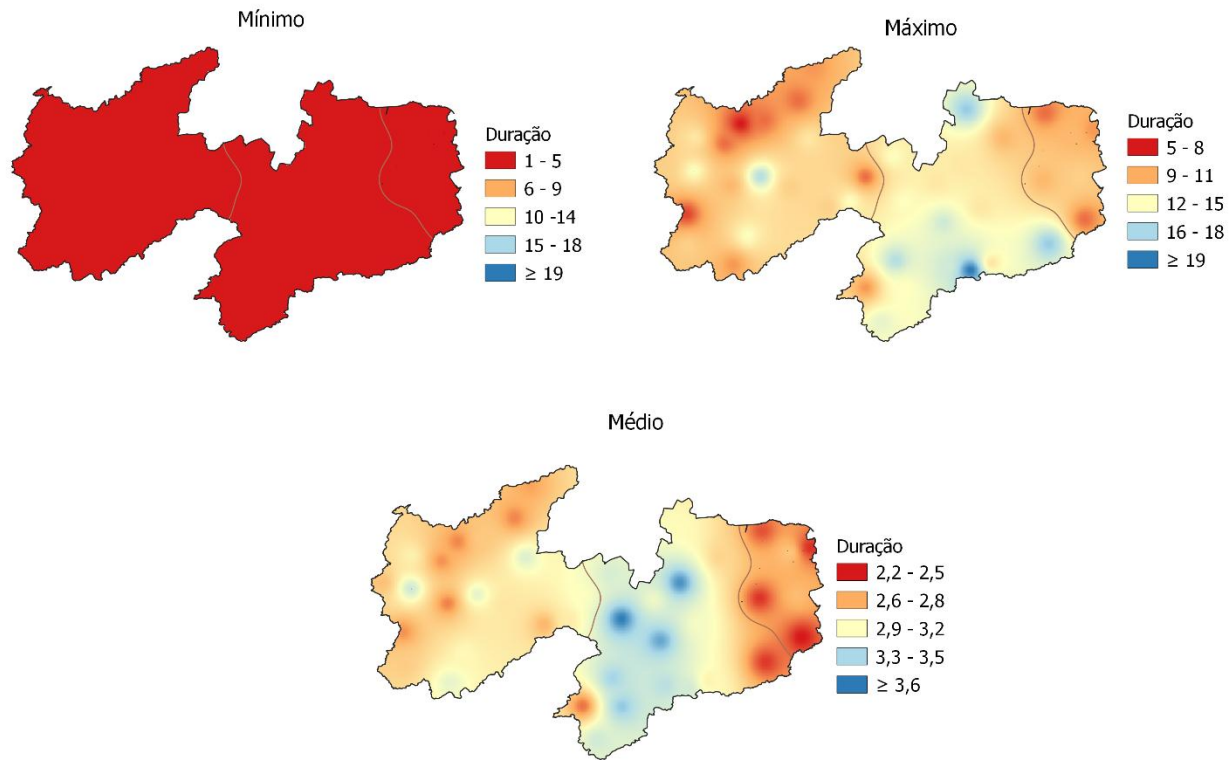


Figura 9. Duração mínima, máxima e média na região do semiárido paraibano. Fonte: Autores (2025).

## Conclusões

Este estudo possibilitou delimitar o Semiárido paraibano em três regiões com características pluviométricas homogêneas, onde o grupo 1 apresentou alta relação com a mesorregião do sertão paraibano, o grupo 2 com a mesorregião do agreste e o grupo 3 com a mesorregião da Borborema, porém a esta pertenceu também os postos pluviométricos Barra de Santa Rosa, Aroeiras e Boa vista, sendo os três pertencentes a mesorregião do Agreste. O grupo 3, localizado na região central da Paraíba, apresentou os menores totais anuais pluviométricos, as maiores médias e máximos de duração de seca. O grupo 2 por ser próximo a mesorregião da zona da mata paraibana não obteve as maiores médias e máximos de intensidade, duração e severidade. O grupo 1, oeste paraibano, se destacou com as mais elevadas médias de severidade e intensidade, este ainda apresentou maior região de severidade máxima quando comparado aos outros grupos.

Esta análise vai de acordo com o descrito por Brasil Neto et al. (2021) ao afirmar que os fatores decorrentes da proximidade com o oceano, o comportamento dos sistemas macro, meso e microescala e a orografia da região são influenciadores das ocorrências de chuvas/secas no

semiárido paraibano, tendo o planalto da Borborema como agente determinante nestes padrões. Assim, o conhecimento das características das secas de forma temporal e espacial e a compreensão de seus conceitos contribuem para auxiliar a população em seu entendimento e na gestão da tomada de decisão acerca dos seus impactos.

## Referências

- Araújo, I. L. D., 2018. Análise das frequências de secas na bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa-PB.
- Ashraf, M.; Ullah, K., 2022. Adnan, S. Satellite based impact assessment of temperature and rainfall variability on drought indices in Southern Pakistan. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 108, 1-20.
- Barreto, J. B., Feitosa, P. H. C., dos Anjos, K. L., & Velez, W. M., 2021. Análise da regionalização do saneamento: Cenários hídricos e (in) sustentabilidade econômico-financeira das microrregiões de água e esgoto da Paraíba. *Research, Society and Development*, 10(10), e117101018513-e117101018513.
- Brasil Neto, R. M.; Santos, C. A. G.; Silva, R. M.; Santos, C. A. C.; Liu, Z.; Quinn, N. W., 2021.



- Geospatial cluster analysis of the state, duration and severity of drought over Paraíba State, northeastern Brazil. *Science of the Total Environment* 799, 1-17.
- Chong, K. L.; Huang, Y. F.; Koo, C. H.; Ahmed, A. N.; El-Shafie, A., 2022. Spatiotemporal variability analysis of standardized precipitation indexed droughts using wavelet transform. *Journal of Hydrology* 605.
- Costa, M. D. S.; Oliveira-Júnior, J. F.; Santos, P. J. D.; Correia Filho, W. L. F.; Gois, G.; Blanco, C. J. C.; Jardim, A. M. D. R. F., 2021. Rainfall extremes and drought in northeast Brazil and its relationship with El niño –southern oscillation. *International Journal of Climatology* 41, E2111-E2135.
- Cunha, A. P. M. A.; Zeri, M.; Leal, K. D.; Costa, L.; Cuartas, L. A.; Marengo, J. A.; Tomasella, J.; Vieira, R. M.; Barbosa, A. A.; Cunningham, C.; Garcia, J. V. C.; Broedel, E.; Alvalá, R.; Ribeiro-Neto, G., 2019. Extreme Drought Events over Brazil from 2011 to 2019. *Atmosphere* 10, 1-20.
- Dracup, J. A.; Lee, K. S.; Paulson, Edwin, G., 1980. On the statistical characteristics of drought events. *Water resources research*. 16, 289-296.
- Duarte, J. G. P.; Farias, A. A.; Sousa, F. A. S.; Souza, J. T. A.; Ramos, M. M. Q., 2018. Secas e impactos na agropecuária no município de Campina Grande – PB. *Revista Brasileira de Meteorologia* 33, 289-297.
- Farias, A. A., de Sousa, F. A. S., Souza, J. T. A., & Costa, T., 2016. Monitoramento de secas em municípios do Agreste Paraibano. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9(04), 1282-1291.
- Francisco, P. R. M.; Pereira, F. C.; Brandão, Z. N.; Zonta, J. H.; Santos, D.; Silva, J. V. N., 2015. Mapeamento da aptidão edáfica para fruticultura segundo o zoneamento agropecuário do Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física* 8, 377-390.
- Gonçalves, S. T. N.; Vasconcelos Junior, F. C.; Sakamoto, M. S.; Silveira, C. S.; Martins, E. S. P. R., 2021. Índices e Metodologias de Monitoramento de Secas: Uma Revisão. *Revista Brasileira de Meteorologia* 36, 495-511.
- Kousky, V. E.; Alonso Gan, M., 1981. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. *Tellus* 33, 538-551.
- Macedo, M. J. H.; Guedes, R. V. S.; Souza, F. A. S.; Dantas, F. R. C., 2010. Análise do índice padronizado de precipitação para o estado da Paraíba, Brasil. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science* 5, 204-214.
- Marengo, J. A., Souza Jr, C. M., Thonicke, K., Burton, C., Halladay, K., Betts, R. A., ... & Soares, W. R., 2018. Changes in climate and land use over the Amazon region: current and future variability and trends. *Frontiers in Earth Science* 6, 1-21.
- Melo, V. S., 2022. Estudo da precipitação no estado da Paraíba usando análises de séries temporais. p. 122.
- Melo, V. S.; Sousa, F. A. S., 2021. Análise de frequências de secas utilizando técnica de agrupamento e distribuições de probabilidades. *Engenharia Sanitária e Ambiental* 26, 53-60.
- Monteiro, J. B., 2022. A influência de teleconexões e sistemas meteorológicos produtores de precipitação no semiárido nordestino. *Revista Brasileira de Geografia Física* 15, 312-332.
- Morais, M. D. C.; Oliveira, F. P.; Coutinho, M. D. L., 2015. One case of simulation of Upper Tropospheric Cyclonic vortex in the Brazil Northeast – impact in the convection parameterization. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing* 5, 027-044.
- Nobre, C. A.; L. C. B. Molion., 1988. The effects of climatic variations on agriculture in Northeast Brazil: The climatology of droughts prediction. *The Impact of Climatic Variations on Agriculture: Assessments in Semi-Arid Regions*. M. L. Parry, T. R. Carter, N. T. Konijin, Eds. Kluwer Academic, 305–323.
- Oliveira-Júnior, J. F.; Gois, G.; Silva, I. J. L.; Souza, E. O.; Jardim, A. M. R. F.; Silva, M. V. S.; Shah, M., Jamjareegulgarn, P., 2021. Wet and dry periods in the state of Alagoas (Northeast Brazil) via Standardized Precipitation Index. *Journal of Atmospheric and Solar–Terrestrial Physics* 224, p. 105746.
- Ramirez, M. C. V., 1997. Padrões climáticos dos vórtices ciclônicos em altos níveis no Nordeste do Brasil. *Dissertação (Mestrado)*. São José dos Campos, INPE.
- Ramirez, M.C.V., Kayano, M. T., Ferreira, N. J., 1999. Statistical analysis of upper tropospheric vortices in the vicinity of northeast Brazil during the 1980-1989. *Atmosfera* 12, 75-88.
- Rodrigues, J. M., 2020. Espacialização das chuvas em uma bacia hidrográfica no Semiárido da Paraíba. *Revista de Geociências do Nordeste*, 6(1), 28-35.
- Saha, A.; Pal, S.C.; Chowdhuri, I.; Roy, P.; Chakraborty, R.; Shit, M., 2022. Vulnerability assessment of drought in India: Insights from meteorological, hydrological, agricultural and socio-economic perspectives. *Gondwana Research* 123, 68-88.
- Samantaray, A.K.; Ramadas, M.; Panda, R.K., 2022. Changes in drought characteristics based on rainfall pattern drought index and the CMIP6

- multi-model ensemble. *Agricultural Water Management* 266, p. 107568.
- Santana, L.V.R.; Silva, A.S.A., 2019. Análise de agrupamento da velocidade do vento no Nordeste do Brasil. *Sigmae* 8, 481-489.
- Santos, E. F. N.; Sousa, I. F.; Leite, I. V., 2022. Regiões Homogêneas em Sergipe Agrupadas Através dos Índices Climáticos. *Revista Brasileira de Meteorologia* 37, 477-489.
- Silva, J. L. B.; Moura, G. B. A.; Silva, M. V.; Oliveira-Júnior, J. F.; Jardim, A. M. R. F.; Refati, D. C.; Lima, R. C. C.; Carvalho, A. A.; Ferreira, M. B.; Brito, J. I. B.; Guedes, R. V. S.; Lopes, P. M. O.; Nóbrega, R. S.; Pandorfi, H.; Bezerra, A. C.; Batista, P. H. D.; Jesus, F. L. F.; Sanches, A. C.; Santos, R. C., 2023. Environmental degradation of vegetation cover and water bodies in the semiarid region of the Brazilian Northeast via cloud geoprocessing techniques applied to orbital data. *Journal of South American Earth Sciences* 121, p. 104164.
- Souza, B. S., Cantalice, W. L., Braga, C. C., Silva, M. T., & Silva, E. A., 2022. Response of the EVI Vegetation Index to precipitation anomalies in the State of Paraíba. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing* 12, 10-19.
- Souza, B. S.; de Melo, M. H. B.; da Silva Araújo, F.; de Araújo, L. D., 2023. Avaliação das Estimativas de Precipitação pelo Satélite TRMM. *RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar* 4, e453101-e453101.
- Xavier Júnior, S. F. A.; Xavier, É. F. M.; Jale, J. S.; Stosic, T.; Santos, C. A. C. S., 2021. Multiscale entropy analysis of monthly rainfall time series in Paraíba, Brazil. *Chaos, Solitons & Fractals* 151, p. 111296.