



ÍNDICE DE RISCO DE DESASTRE CLIMÁTICO PARA O ESTADO DA PARAÍBA - BRASIL

Daisy Beserra Lucena
Universidade Federal da Paraíba

Camila Cunico
Universidade Federal da Paraíba

Marcelo de Oliveira Moura
Universidade Federal da Paraíba

RESUMO

O artigo tem como objetivo analisar o Índice de Risco de Desastre Climático (IRDC) para o estado da Paraíba, considerando os diferentes graus de vulnerabilidade socioambiental e as áreas suscetíveis a seca e a estiagem, para o recorte temporal de 1994 a 2018. Utilizaram-se dados de chuvas diárias obtidas da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba, informações socioeconômicas e de infraestrutura do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e registros dos desastres a partir dos decretos de reconhecimento inventariados no site do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Os dados foram organizados em um banco de dados georreferenciados para a construção das temáticas necessárias para a elaboração do IRDC, ou seja, a suscetibilidade a seca e os desastres climáticos. Para tanto, foi necessária a normatização das variáveis, tendo em vista que possuem diferentes unidades de mensuração. Para análise integrada, realizou-se a combinação geoespacial da vulnerabilidade social; da suscetibilidade a seca e a estiagem; e a frequência de registros de desastres de origem climática (seca e estiagem) nas regiões pluviometricamente homogêneas do estado. Os resultados obtidos indicam que 20% dos municípios paraibanos encontra-se sob a condição de muito alto IRDC, que quando acrescidos da classe alta, esse percentual totaliza 42% dos municípios (93 municípios), concentrados, espacialmente, na porção mais central do território (regiões do Cariri e do Curimataú paraibano) e, afetando 23% da população do estado. Esses municípios apresentam condições similares, tais como: o número elevado de dias secos consecutivos, condições econômicas restritivas, que prejudicam a equidade social e intensificam a vulnerabilidade. A identificação do IRDC ao nível municipal deve ser compreendida como insumo para a gestão dos riscos ambientais e para a ampliação da cultura de redução desses riscos por meio de ações que possam ser desenvolvidas por setores da sociedade civil e pelos governos municipais e estaduais.

Palavras-chave: Dias secos consecutivos, suscetibilidade ambiental, vulnerabilidade social, desastre ambiental.

Climate Disaster Risk Index for the State of Paraíba - Brazil

ABSTRACT

The article aims to analyze the Climate Disaster Risk Index (IRDC) for the state of Paraíba, considering the different degrees of socio-environmental vulnerability and areas susceptible to drought and dry, for the time period from 1994 to 2018. Daily rainfall data was obtained from the Paraíba Water Management Executive Agency, socioeconomic and infrastructure information from the Brazilian Institute of Geography and Statistics, and disaster records from the decrees of recognition inventoried on the website of the Ministry of Integration and Regional Development. The data was organized into a geo-referenced database to build the themes needed to prepare the IRDC, i.e. susceptibility to drought and climate disasters. For this, it was necessary to standardize the variables, given that they have different measurement units. For integrated analysis, the geospatial combination of social vulnerability; susceptibility to drought and dry; and the frequency of records of climate-related disasters (drought and dry) in the state's pluviometrically homogeneous regions. The results indicate that 20% of the municipalities in Paraíba are under the condition of very high IRDC, which when added to the high class, this percentage totals 42% of the municipalities (93 municipalities), spatially concentrated in the most central portion of the territory (Cariri and Curimataú regions of Paraíba) and, affecting 23% of the state's population. These municipalities present similar conditions, such as: the high number of consecutive dry days, restrictive economic conditions, which harm social equity and intensify vulnerability. The identification of the IRDC at the municipal level should be understood as an input for the management of environmental risks and for the expansion of the culture of reducing these risks through actions that can be developed by sectors of civil society and by municipal and state governments.

Keywords: Consecutive dry days, environmental susceptibility, social vulnerability, Environmental disaster

INTRODUÇÃO

Os desastres de natureza climática, em especial, aqueles associados às anomalias de chuva ocorrem em diversas regiões do globo, atingindo todas as áreas, dentre elas as densamente povoadas, a exemplo da região semiárida do Nordeste brasileiro, fato que pode promover danos materiais e humanos significativos, principalmente quando associados a baixa capacidade adaptativa e a expressiva vulnerabilidade social das regiões afetadas.

O fenômeno natural da seca e da estiagem, que segundo o Centro Nacional de Mitigação da Seca dos Estados Unidos (<https://drought.unl.edu/>) é definido como uma deficiência de chuva por um período longo de tempo, que resulta em

escassez de água para as mais diferentes formas de atividades. Isto está atrelado aos inúmeros problemas socioambientais e socioeconômicos singulares de uma região (WILHITE e BUCHANAN, 2005), na região semiárida nordestina esses impactos têm registros ao longo da história (SÃO JOSÉ *et al.*, 2022).

Os efeitos da deficiência pluviométrica são frequentemente chamados de impactos da seca, que podem desencadear desastres climáticos, os quais são comumente registrados na região semiárida do país. Em vista disso, é pertinente a análise e a discussão da relação entre a suscetibilidade natural, a capacidade de respostas, as políticas de mitigação e a diferenciação dos grupos sociais atingidos. Salienta-se que, como a seca é um fenômeno de expressiva repercussão espacial e temporal, muitas das áreas afetadas acumulam impactos negativos que intensificam ainda mais a configuração dos riscos.

Diante dessa contextualização é pertinente a definição de conceitos inerentes ao processo de identificação dos desastres ambientais, em especial ao abordado no artigo em tela. Assim, entende-se como desastre a materialização de uma condição de risco, ou seja, o resultado de evento adverso decorrente de ação natural ou antrópica sobre cenário vulnerável que cause danos humanos, materiais ou ambientais e prejuízos econômicos e sociais (Decreto Federal n. 10.593, Artigo 2º, de 24 de dezembro de 2020). É possível perceber que a presença humana é fator decisivo para a deflagração de um desastre.

A vulnerabilidade, componente indissociável da análise dos desastres ambientais, pode ser definida como a combinação de fatores que direta e indiretamente afetam os indivíduos e os grupos sociais. De acordo com Olímpio e Zanella (2017), a vulnerabilidade está relacionada a fatores socioeconômicos, tais como nível de renda, escolaridade, idade, gênero, acesso aos serviços públicos, habitação e participação política. Os autores também refletem que o acesso a tais fatores pode aumentar a predisposição à ocorrência de danos de diversas ordens, incluindo óbito, bem como expressam a capacidade de lidar com as crises e de aproveitar as oportunidades para melhorar sua situação de bem-estar.

Assim, enfatiza-se que a condição de vulnerabilidade está vinculada a capacidade adaptativa da população, o que pode ser reconhecido como o conceito de resiliência, ou seja, a capacidade de absorver as adversidades de um evento e se adaptar a essa condição até restabelecer a normalidade. Yvette (2007) afirma que a resiliência é a capacidade de um sistema para se adaptar às mudanças resultantes de uma crise e melhorar sua capacidade de resposta tendo em vista catástrofes futuras.

A análise conceitual que envolve a temática dos desastres ambientais é complexa, apresentando complementaridades e antagonismos, assim, não é foco desse artigo esgotar as diferentes vertentes conceituais, bem como suas particularidades. No entanto, faz parte do escopo a abordagem dos desastres e vulnerabilidade relacionados a eventos climáticos no estado da Paraíba.

Estudos sobre as consequências promovidas pelos eventos de seca e estiagem no semiárido são necessários, em vista que as políticas públicas para auxiliar a

população precisam estar amparadas em pesquisas que considerem de maneira integrada os fatores socioeconômicos e ambientais que caracterizam tal recorte geográfico. Sobretudo, diante dos prognósticos apontados pelos relatórios do IPCC (Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas, do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*) que sinalizam redução das chuvas, secas mais duradouras e temperaturas mais elevadas, e como consequência, impactos na disponibilidade de água e na subsistência da região. Esses estudos se tornam importantes tendo em vista que os desafios com relação à segurança hídrica futura estão em pauta (Brito, Brito; Rufino, 2022).

A região semiárida brasileira possui 1.477 municípios e contempla os nove estados do Nordeste, além de compreender também o norte de Minas Gerais e o noroeste do Espírito Santos, com aproximadamente 31 milhões de habitantes (IBGE, 2023). Dentre esses, encontra-se o estado da Paraíba, com uma área territorial de 56.467,242 km², com 198 de seus 223 municípios inseridos na região semiárida, de acordo com a Resolução CONDEL/SUDENE n. 150/2021, o que corresponde a aproximadamente 90% da extensão territorial estadual.

Quanto ao quantitativo de desastres de seca e de estiagem, o estado da Paraíba apresenta números expressivos. No período de 2003 a 2020, considerando os decretos de reconhecimento de Situação de Emergência (SE) e as de Estado de Calamidade Pública (ECP), foram deflagrados um total de 4.488 desastres climáticos, segundo o Sistema Integrado de Informação sobre Desastres (2023).

Diante do exposto, o objetivo deste artigo consiste em objetivo analisar o Índice de Risco de Desastre Climático (IRDC) para o estado da Paraíba, considerando os diferentes graus de vulnerabilidade socioambiental e as áreas suscetíveis a seca e a estiagem, para o recorte temporal de 1994 a 2018. Para a análise adotou-se a divisão em Regiões Pluviometricamente Homogêneas (RPH), definidas por Braga e Silva (1990) e referenciadas pelos trabalhos de Silva (2007) e Silva *et al.* (2012), conforme a Figura 1. Tal regionalização é referência para a compreensão da variabilidade no padrão das chuvas no espaço geográfico da Paraíba.

Este estudo contribuirá para o desenvolvimento de ações e adaptações importantes na gestão proativa dos riscos climáticos voltados para a seca e a estiagem no estado da Paraíba, servindo de suporte técnico para políticas públicas, além de fomento metodológico para a realização de pesquisas futuras em outras escalas de análise.

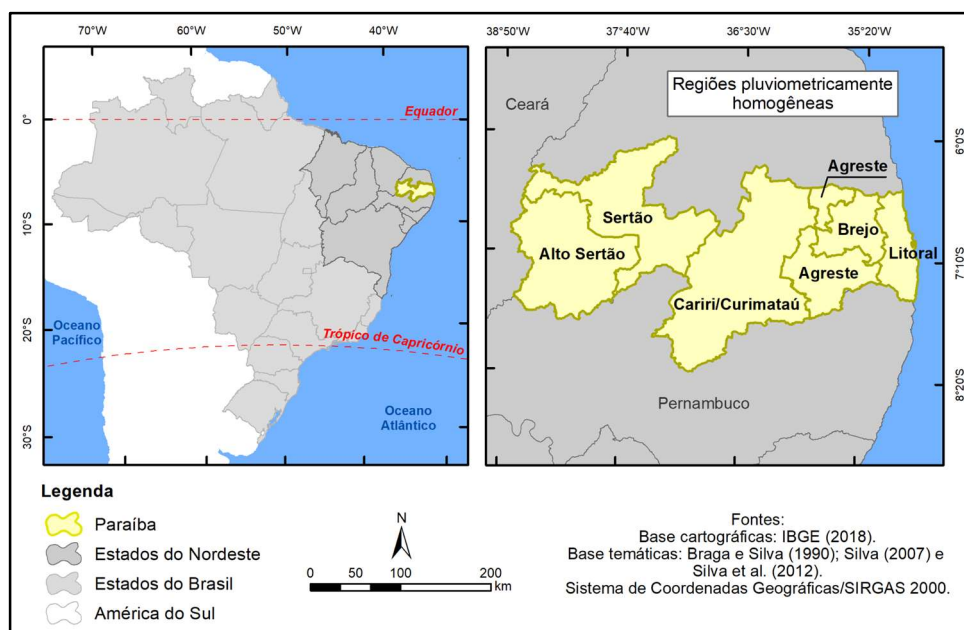


Figura 1. Regiões Pluviometricamente Homogêneas do estado da Paraíba.

Fonte: Cunico *et al.* (2021).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos preconizam o reconhecimento da coexistência das suscetibilidades ambientais e climáticas e das populações em situação de vulnerabilidade social, permitindo estabelecer análises qualitativas e quantitativas associadas aos desastres climáticos, o que amplia a concepção de políticas públicas, de medidas mitigadoras e de adaptação, principalmente nos municípios de maior número de recorrências de desastres de seca e de estiagem.

O percurso metodológico proposto neste artigo é representado na Figura 2 e sintetiza os procedimentos para o Índice de Risco de Desastres Climáticos (IRDC) do estado da Paraíba. Em Cunico *et al.* (2021) é descrita a metodologia detalhada para a identificação da vulnerabilidade socioambiental e dos riscos de desastres hidroclimáticos na Paraíba.

Assim, é possível a identificação dos municípios paraibanos que necessitam de ações mais efetivas para a redução dos danos humanos, materiais e ambientais gerados pelos desastres climáticos, cujas consequências maximizam a resiliência dos municípios frente aos cenários de deflagração de tais eventos.

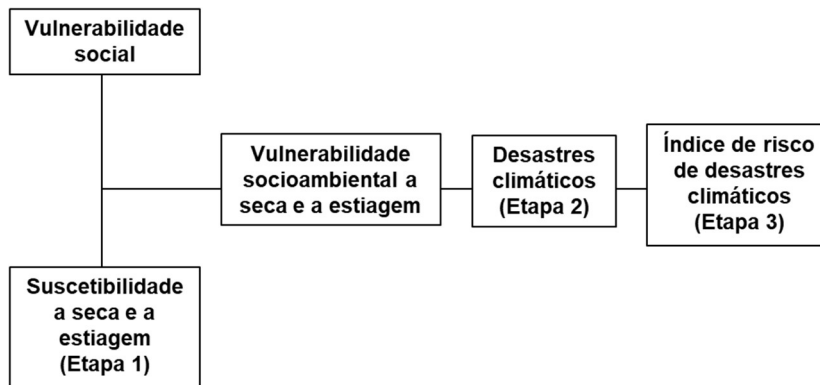


Figura 2. Percurso metodológico adotado.

Fonte: Adaptado de Cunico *et al.* (2021)

Para a vulnerabilidade social do estado da Paraíba utilizou-se o banco de dados produzidos com base nas dimensões de infraestrutura, de renda e da situação social desenvolvido no âmbito do Projeto "Riscos, vulnerabilidades e desastres hidroclimáticos no estado da Paraíba: subsídios para planejamento e gestão dos territórios" (Chamada Universal MCTIC/CNPq nº 28/2018, processo n. 424773/2018-0). A espacialização dessa vulnerabilidade social pode ser visualizada em Cunico *et al.* (2023), e verifica-se que, na Paraíba, predominam as classes de alta e muito alta vulnerabilidade social, afetando diretamente 184 municípios, os quais comportam aproximadamente 44% da população paraibana (aproximadamente 1.661.000 de habitantes). Os municípios situados nas Regiões Pluviometricamente Homogêneas (RPH) do Agreste, do Brejo e do Cariri/Curimataú apresentaram o maior quantitativo inseridos no grau mais expressivo de vulnerabilidade, respectivamente, 35%, 29% e 25%.

A análise da vulnerabilidade social - dimensões infraestrutura, renda e situação social - contribui para o entendimento da predisposição à ocorrência de danos diante do enfrentamento aos eventos de seca ou estiagem. Conforme aponta Olímpio (2017), tais dimensões expressam também a capacidade de lidar com as crises e de aproveitar as oportunidades para melhorar a situação de bem-estar e as possíveis consequências advindas dos eventos de desastres climáticos.

Ante o exposto, a importância da análise sistemática e conjunta colabora na compreensão da vulnerabilidade social, e está se reveste à medida que contribui para o entendimento das diferenciações socioespaciais, auxiliando no entendimento de como se dá a materialização dos desastres ambientais, em especial dos desastres climáticos, foco deste trabalho. Maiores detalhes dos procedimentos técnicos estabelecidos para a vulnerabilidade social da Paraíba podem ser visualizados em Cunico *et al.* (2022, 2023).

A suscetibilidade ambiental a seca e a estiagem (etapa 1) foi realizada a partir da identificação dos Dias Secos Consecutivos (DSC) para cada município da Paraíba. Os DSC foram estabelecidos a partir dos dias em que o volume de chuva fosse

menor que 5mm.dia^{-1} , isso levando em consideração a evapotranspiração de referência (ET_0) média para o estado, com base nos resultados obtidos por Cabral Júnior e Bezerra (2018) que analisaram a ET_0 para todo o território da região Nordeste do Brasil e, em média, encontraram esses valores para o estado da Paraíba.

Após o estabelecimento e a identificação dos Dias Secos Consecutivos (DSC), foram contabilizados o máximo de DSC, ou seja, o número máximo de DSC para cada ano, estabelecendo uma série temporal da variável. Vale ressaltar que, em alguns anos a sequência de DSC pode iniciar em um determinado ano e terminar no ano seguinte. De posse das séries temporais do máximo de DSC, calculou-se a média por município.

Para a construção da etapa 2 do procedimento metodológico, foi necessário sistematizar os desastres, que nessa pesquisa são classificados como os de categoria natural e estão inseridos no grupo climatológico conforme a atual Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) vigente na Instrução Normativa nº 36, de 4 de dezembro de 2020 (BRASIL, 2020).

Os desastres do grupo climatológico formam uma única tipologia de desastre abordada, denominados aqui de desastres climáticos, visto que, os seus tipos (seca e estiagem) estão relacionados ao mesmo fator de deflagração, isto é, a redução prolongada ou mesmo a ausência das chuvas em um determinado período em uma determinada localidade.

Para o mapeamento das ocorrências dos desastres climatológicos no estado da Paraíba realizaram-se levantamentos exploratórios das séries anuais dos decretos de reconhecimento quanto a sua intensidade, por municípios, no período de 2003 a 2016. Essas séries anuais dos decretos de reconhecimento dos desastres foram adquiridas no site do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, por meio do link de acesso à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (<https://s2id.mi.gov.br/>).

Em princípio foram filtradas todas as ocorrências de desastres reconhecidos nos municípios paraibanos, com a finalidade de quantificar a frequência absoluta de registros de desastres que almejam decretação por Situação de Emergência (SE) ou por Estado de Calamidade Pública (ECP), posteriormente esses registros foram somados e agrupados por municípios pertencentes às RPH do estado da Paraíba.

As consequências à população e a capacidade de enfrentamento dos municípios são fatores considerados para ser decretada a SE ou o ECP. No caso da primeira situação, de acordo com a Instrução Normativa n. 36 de 04 de dezembro de 2020, é uma condição de anormalidade, provocada por um desastre, cujas consequências são danos e prejuízos que acabam por comprometer de maneira parcial a capacidade de resposta do poder público do recorte geográfico atingido. Por sua vez, a decretação do ECP ocorre diante de situações de crise decorrentes dos eventos extremos com consequências mais expressivas, que além de promover danos humanos e materiais, provoca isolamento das comunidades e óbitos.

Todo o conjunto de dados espaciais da pesquisa foi submetido a normalização, tendo em vista as diferentes unidades de mensuração de cada variável. Para tanto foi utilizada a Equação Máx-Mín (Equação 1), estabelecendo os valores em uma escala de variação de 0 a 1, tornando possível a sobreposição das variáveis e indicadores para composição da vulnerabilidade, da suscetibilidade e do risco.

$$I_{ps} = \frac{I_s - I_{-v}}{I_{+v} - I_{-v}} \quad (\text{Eq. 1})$$

onde: I_{ps} = valor normalizado da variável "I" no município "s"; I_s = valor da variável "I" no município "s"; I_{-v} = menor valor da variável "I" no universo de municípios; e I_{+v} = maior valor da variável "I" no universo de municípios.

Para a elaboração do Índice de Risco de Desastre Climático (IRDC) - **etapa 3**, que constituiu a síntese final do percurso metodológico, foi elaborado a partir da combinação da Vulnerabilidade Socioambiental aos desastres climáticos (VSA) e da frequência dos desastres de seca e de estiagem (FDC) para cada município do estado da Paraíba (Equação 2).

$$IRDC = \frac{(VSA+F)}{2} \quad (\text{Eq. 2})$$

Ressalta-se que o IRDC gerado foi normalizado, por meio da Equação Máx-Mín (Equação 1), e os valores classificados em cinco classes que exprimem os diferentes graus: inferior a 0,20 (muito baixo); 0,21 a ,40 (baixo); 0,41 a 0,60 (médio); 0,61 a 0,80 (alto); 0,81 a 1,00 (muito alto).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Vulnerabilidade Socioambiental a seca e a estiagem dos municípios da Paraíba

Compreender a realidade expressa pela vulnerabilidade social e associá-la com as suscetibilidades aos desastres climáticos, uma vez que há uma predisposição natural no estado, possibilita ampliar a gestão dos riscos e a cultura de redução dos mesmos. Para o estado da Paraíba tem-se a quantidade de dias sem chuva (média para os municípios de 87,39%) bem superior aos de dias chuvosos (12,61%). Essas informações quantitativas foram obtidas por meio da análise do banco de dados intrínseco ao artigo e se justifica tendo como base a localização do recorte geográfico, e as características associadas, como grande déficit hídrico, irregularidade das chuvas, tanto espacial quanto temporal, altas temperaturas e alta taxa de evapotranspiração.

Ante o exposto, se faz necessário avaliar os Dias Consecutivos Secos (Figura 3), cuja variabilidade está vinculada à dinâmica das chuvas no estado. A média dos DCS para a Paraíba corresponde a 112 dias. Quando considerada as RPH, as diferenças são expressivas, onde observa-se uma média de 60 DCS para o Litoral, 72 dias para o Brejo, 85 dias para o Agreste, 133 dias para o Cariri/Curimataú, 141 dias para o Sertão e 125 dias para o Alto Sertão. Fica evidente a importância de conhecimento acerca dessa variabilidade e de como propor ações efetivas para a mitigação e adaptação frente aos impactos e prognósticos.

Na Figura 3 observa-se que 13 municípios, ou seja, 6% do total, estão inseridos na última classe de representação, ou seja, variam de 160 a 189 Dias Secos Consecutivos. Tais municípios são: São Mamede (161 dias), Várzea (163), Santa Luzia (164), Belém do Brejo do Cruz (165), Nova Palmeira (165), Cacimba de Areia (165), Pedra Lavrada (166), Passagem (166), Lastro (168), Camalaú (170), São Bento (177), São José de Espinharas (183) e Quixabá (189).

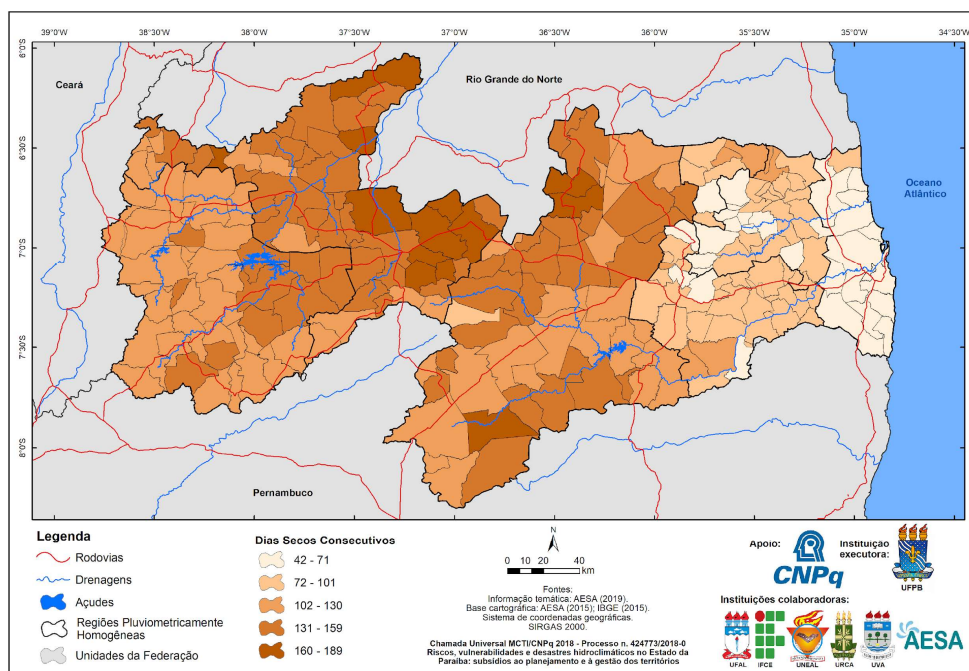


Figura 3. Dias Secos Consecutivos por município no estado da Paraíba.

A partir da metodologia estabelecida, os valores que representam os DSC foram normalizados, constituindo assim a suscetibilidade ambiental a seca e a estiagem (Figura 4), sendo as classes muito alta e alta suscetibilidade as predominantes em 34% dos municípios paraibanos, ou seja, 75 municípios. Conforme esperado, o município identificado com a maior suscetibilidade corresponde a Quixabá.

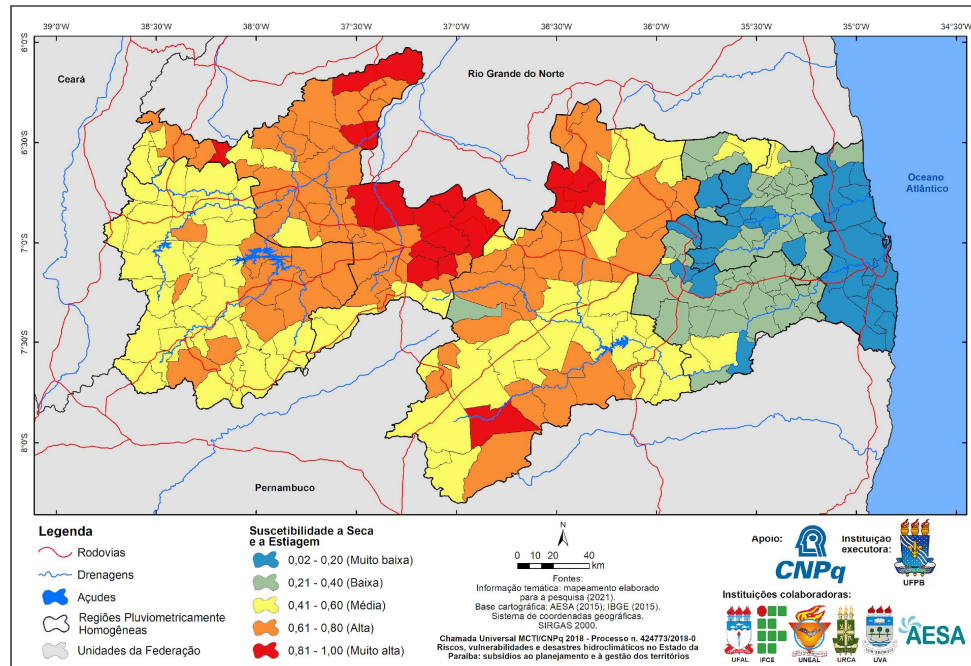


Figura 4. Suscetibilidade a seca e a estiagem por município no estado da Paraíba.

Os municípios das RPH do Litoral, do Brejo e do Agreste apresentam expressiva predominância das classes muito baixa e baixa. Nesse sentido, é relevante destacar que tais regiões estão geograficamente localizadas na porção oriental do Planalto da Borborema, que representa um dos principais domínios morfoclimáticos do estado, cuja ação orográfica exerce controle climático, associado ainda a ação da maritimidade.

De acordo com os estudos de Carvalho (1982) e de Lima e Melo (1985), sobre as principais unidades de relevo da Paraíba, pode-se afirmar que a partir das encostas mais orientais do Planalto da Borborema configura-se no terreno um “hiato” climático que divide a Paraíba em dois domínios morfoclimáticos: Domínio quente e úmido e litorâneo ou Setor oriental úmido e subúmido; e um Domínio quente e seco ou semiárido ou Setor ocidental subúmido e semiárido. Esses domínios ficam bem evidenciados nas Figuras 3 e 4, quando se observa a grande discrepância espacial das variáveis entre as RPH do Litoral, do Brejo e do Agreste (domínio/setor oriental úmido e subúmido) e as RPH do Cariri/Curimataú, do Sertão e do Alto Sertão (domínio/setor semiárido).

A partir dos mapeamentos temáticos apresentados e sua respectiva combinação (álgebra de mapas), foi possível espacializar a vulnerabilidade socioambiental a seca e a estiagem, conforme a Figura 5.

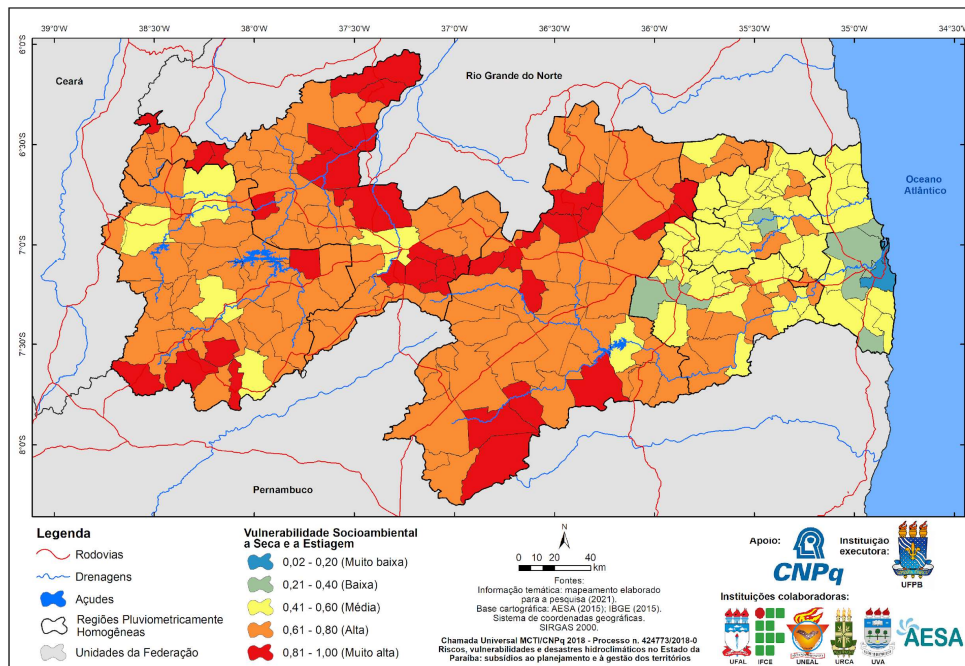


Figura 5. Vulnerabilidade Socioambiental a seca e a estiagem por município no estado da Paraíba.

São no total 154 municípios (69%) que foram classificados com grau de alta e muito alta Vulnerabilidade Socioambiental a seca e a estiagem, atingindo 31% da população paraibana, ou seja, 1.170.834 de pessoas (de acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE 2010). No oposto do *ranking*, ou seja, as classes muito baixa e baixa ocorrem em apenas oito municípios, sendo: João Pessoa, Cabedelo, Campina Grande, Guarabira, Bayeux, Caaporã, Santa Rita e Lucena. Apesar de representarem somente 4% do total de municípios, comportam 39% da população do estado (1.474.116 de pessoas - IBGE 2010).

São José de Espinharas, município localizado na RPH do Sertão, foi o que apresentou a vulnerabilidade socioambiental a seca e a estiagem mais elevadas. Considerando as RPH, o Sertão, o Cariri/Curimataú e o Alto Sertão apresentou o maior quantitativo de seus municípios inseridos no grau mais expressivo de vulnerabilidade socioambiental a ocorrência de desastres climáticos, sendo respectivamente, 35%, 25% e 13%.

Ao analisar essas informações é fundamental destacar que os resultados foram obtidos a partir de uma comparação entre municípios. Se considerado a escala intramunicipal, com maior detalhamento das variáveis em questão, certamente serão identificados graus mais expressivos, mesmo naqueles municípios expressos no atual índice com graus menos elevados. Da mesma forma, a situação oposta é válida.

Desastres Climatológicos no estado da Paraíba

O território paraibano é naturalmente propenso a ocorrência de eventos excepcionais da precipitação, com destaque para as anomalias negativas da precipitação, as quais podem ser potenciais gatilhos de ordem natural para a deflagração de desastres climáticos. Assim, no período de 2003 a 2016, somente 17 municípios não deflagraram desastres por Situação de Emergência ou por Estado de Calamidade Pública em decorrência de desastres de seca ou de estiagem, sendo eles localizados nas RPH do Litoral, do Brejo e do Agreste: Alhandra, Baía da Traição, Bayeux, Caaporã, Conde, Cruz do Espírito Santo, Curral de Cima, João Pessoa, Juripiranga, Lucena, Marcação, Pedras de Fogo, Pilõezinhos, Pitimbu, Santa Rita, Sapé e Serraria.

O total de 60 municípios (Figura 6 e 7) decretaram entre 17 e 21 desastres climatológicos, os quais concentraram-se na porção centro-sul da Paraíba, em especial, na RPH do Cariri/Curimataú.

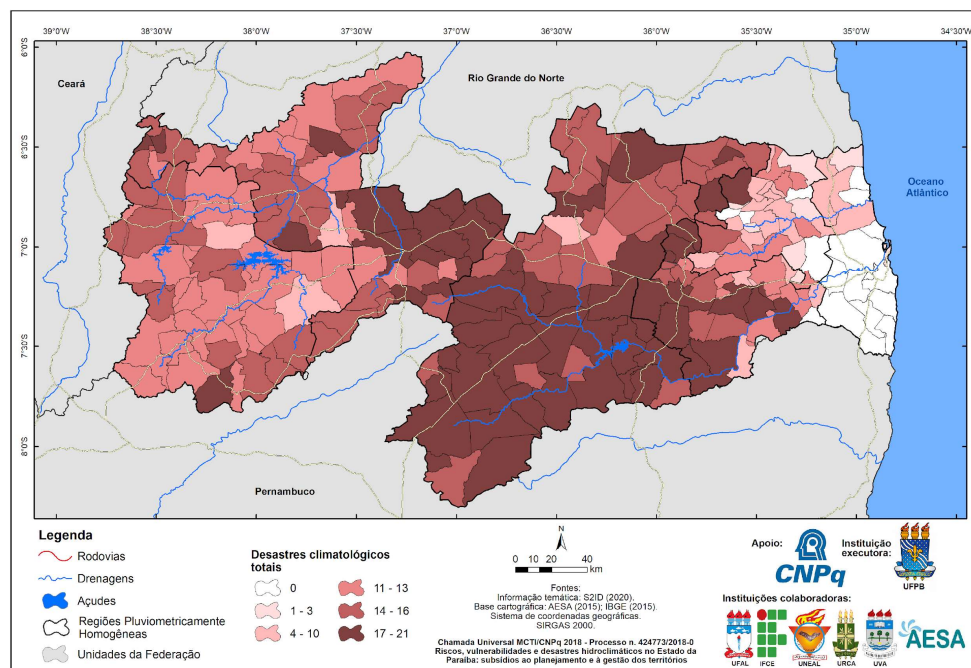


Figura 6. Desastres climatológicos totais por município no estado da Paraíba no período de 2003 a 2016.

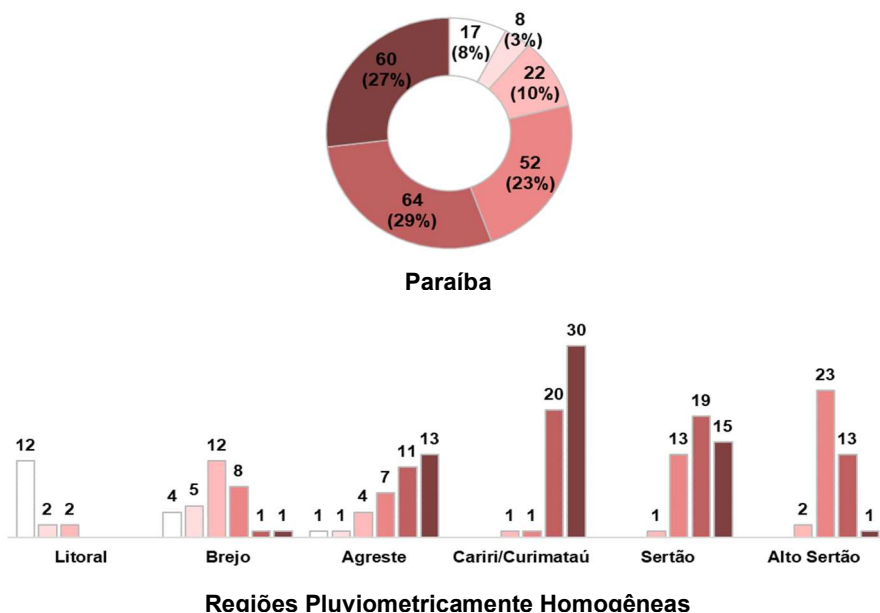


Figura 7. Distribuição dos desastres climatológicos totais no estado da Paraíba e por RPH

Quanto aos desastres climatológicos convém mencionar que 42% dos municípios paraibanos decretaram Estado de Calamidade Pública, que corresponde ao nível III de desastres, segundo a Instrução Normativa nº 36, de 4 de dezembro de 2020 (Brasil, 2020), cujos impactos são mais significativos, de grande intensidade e que compromete a capacidade de resposta do poder público.

O Cariri/Curimataú é a região com maior quantitativo de decretos de ECP Climáticos, ou seja, 63% dos municípios obtiveram duas notificações, e 33%, uma notificação. Somente os municípios de Coxixola e Seridó não registraram nenhuma.

A recorrência de eventos desse porte pode comprometer as atividades socioeconômicas dos municípios, principalmente daqueles com atividade no setor primário. No caso do Cariri/Curimataú destaca-se nas atividades da pecuária, por meio da criação de caprinos, ovinos e aves (Figura 8). Certamente, as atividades desse setor são afetadas nos anos de registros de desastres climatológicos.

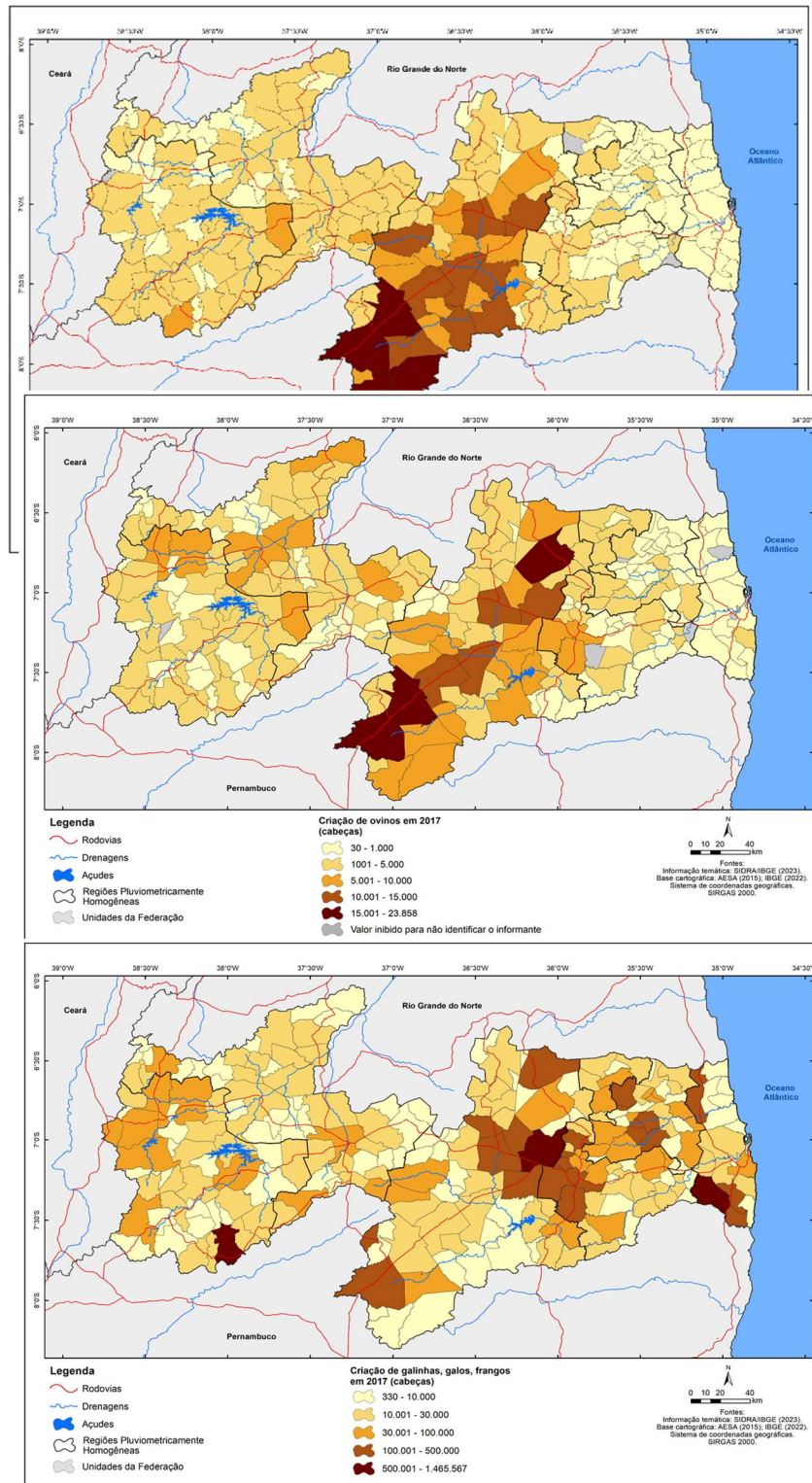


Figura 8. Mapas com as criações pecuárias expressivas para o estado da Paraíba

Fonte: IBGE (2019). Elaborado: autores.

Índice de Risco de Desastres Climáticos (IRDC) para o estado da Paraíba

O IRDC (Figuras 9 e 10), que corresponde a síntese da Vulnerabilidade Socioambiental a seca e a estiagem integrada aos desastres climáticos registrados no estado, resultou em uma concentração de 44 municípios na classe muito alta, sendo 34 deles inseridos na RPH do Cariri/Curimataú. A classe alta também merece destaque, uma vez que corresponde a 42% do total de municípios, ou seja, 93 municípios. Ambas as classes mencionadas afetam diretamente 23% da população paraibana, que em números absolutos totalizam 851.210 habitantes (de acordo com o censo IBGE -2010).

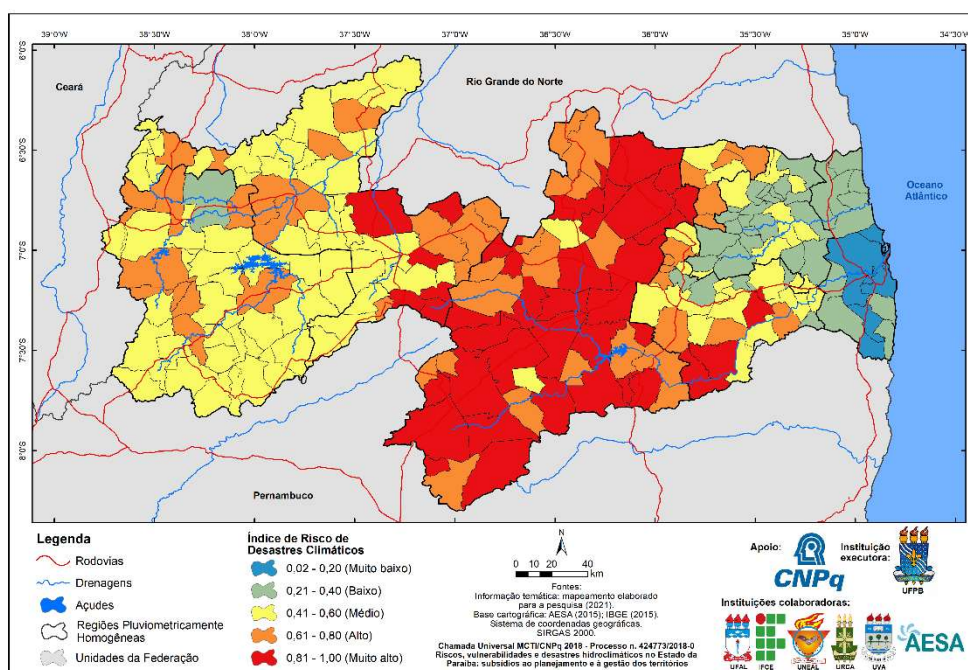
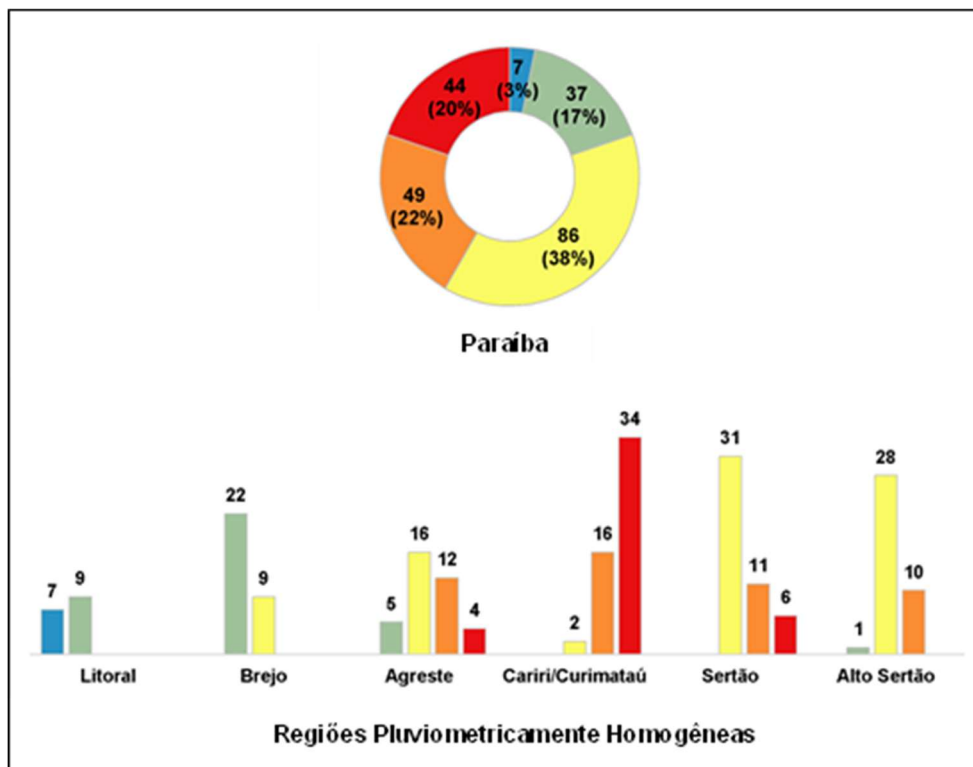


Figura 9. Índice de Risco de Desastres Climáticos para o estado da Paraíba

Os municípios que correspondem as classes alta e muito alta de IRDC são reconhecidos por áreas urbanas de pequeno porte, no entanto, apresentam importância significativa para as atividades de agropecuária familiar e, conseqüentemente, para a economia local. Assim, acabam sendo diretamente afetados pelos eventos relacionados ao Índice apresentado. Pode-se citar como exemplos, de acordo com o censo agropecuário do IBGE de 2017: (a) o município de São José de Espinharas, cujo IRDC é o mais alto da Paraíba (1,00), e é o décimo município paraibano com maior criação de bovinos e primeiro no cultivo de melancia; (b) o município de Alcantil (IRDC 0,94), destaca-se na segunda posição na criação de muare; (c) o município de Barra de São Miguel (IRDC 0,91) é o



terceiro maior produtor de cebola do estado e o quinto maior produtor de tomate rasteiro; (d) o município de Cubati (IRDC 0,90) é o segundo maior criador de suínos.

Figura 10. Distribuição do Índice de Risco de Desastres Climáticos no estado da Paraíba e por RPH

Os menores Índices foram identificados nos municípios de João Pessoa (0,00), Cabedelo (0,09), Bayeux (0,16), Caaporã (0,17), Santa Rita (0,17), Lucena (0,19) e Alhandra (0,20). Vale ressaltar que todos esses municípios estão localizados na RPH do Litoral, a qual apresenta uma distribuição mais regular da pluviosidade ao longo do ano, em função da dinâmica atmosférica, devendo-se considerar a influência de sistemas tais como: Linhas de Instabilidade, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, Ondas de Leste e outros de escalas menores.

A Figura 11 mostra um resumo geral do comportamento da variabilidade do IRDC entre as RPH do estado, e fica perceptível sua alta variabilidade entre as regiões. Reforça também que o Cariri/Curimataú possui os maiores valores do Índice, seguido do Sertão e do Alto Sertão, conforme visualizado na Figura 10. Contudo, é no Agreste que se verifica a maior dispersão (observado a partir do retângulo em azul, maior caixa). No Litoral é onde tem-se as menores dispersões, ou seja, todos os municípios apresentam um IRDC baixo e com valores bem próximos.

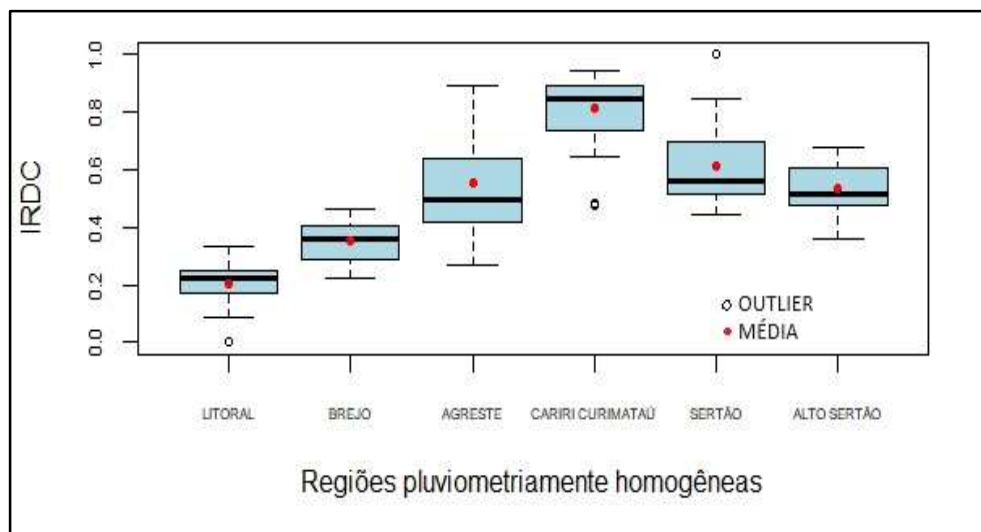


Figura 11. Boxplot do IRDC por Regiões Pluviometricamente homogêneas (RPH)

Também pode ser verificado na Figura 11 os valores de IRDC discrepantes, ou seja, os que sobressaem das características gerais, de cada região, identificados pelos círculos vazados em preto. Na RPH do Litoral, o município de João Pessoa (IRDC 0,00) apresenta o melhor IRDC, da mesma forma quando comparados todos os municípios do estado. João Pessoa e Cabedelo, ambos na RPH do litoral, são considerados centralizadores das atividades econômicas na Paraíba, cujos centros urbanos integram a rede de gestão territorial e delimitam as regiões de influência a eles associados, também apresentam um contingente populacional em ascensão e, mesmo classificados com o IRDC muito baixo, não significa a inexistência de suscetibilidade a desastres. Porém, são mais comumente registrados nessa região desastres relacionados aos eventos hidrológicos.

Na RPH do Cariri/Curimataú observam-se dois municípios que se diferenciam das condições prevalentes, são eles: Coxixola (IRDC 0,4789) e Seridó (IRDC 0,4839). São José de Espinharas, na RPH do Sertão, é o que apresenta o pior Índice (1,00), refletindo o quantitativo significativo de ocorrência de dias secos consecutivos e a vulnerabilidade socioambiental a seca e estiagem também elevada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Índice de Risco de Desastres Climáticos (IRDC) apresentado nessa pesquisa possibilita a identificação dos municípios paraibanos que necessitam de ações mais efetivas para a redução dos danos humanos, materiais e ambientais gerados pelos desastres climatológicos, ou seja, ações que possibilitem o aumento da resiliência dos municípios frente aos cenários de deflagração dos desastres de seca e de estiagem. As informações geradas são de suma importância para o fomento de políticas voltadas à gestão da redução dos riscos de desastres no

estado, tendo em vista que 42% dos municípios (93 municípios) encontram-se nas classes de muito alta ou alta IRDC.

Portanto, reconhecer os territórios mais afetados e aqueles com maiores suscetibilidades a recorrência de eventos climatológicos podem auxiliar na gestão dos riscos ambientais e na ampliação da cultura de redução desses riscos por meio de ações que possam ser desenvolvidas por setores da sociedade civil e pelos governos municipais e estaduais. O estudo também colabora na identificação das variáveis e dimensões que precisa de atenção urgente, como: o grande número de dias secos consecutivos - que pode, e é prognosticado, o aumento dos DCS frente às mudanças climáticas, condições econômicas restritivas - principalmente no tocante a renda, que prejudicam a equidade social e intensificam a vulnerabilidade.

Cabe salientar que, os resultados encontrados na pesquisa e retratados no artigo são dinâmicos e representam uma realidade dos dados utilizados como base. Assim, é necessário a atualização dos mesmos para poder traçar um comparativo entre períodos distintos e estabelecer um monitoramento dos municípios mais suscetíveis. As mudanças espaço-temporais precisam ser analisadas para uma eficaz tomada de decisão diante de medidas para ampliar a gestão dos riscos e a cultura de redução dos mesmos. Salienta-se que as dimensões e as variáveis escolhidas e trabalhadas também podem ser acrescentadas e/ou retiradas para retratar melhor a realidade da área em estudo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo financiamento do projeto "Riscos, vulnerabilidades e desastres hidroclimáticos no estado da Paraíba: subsídios para planejamento e gestão dos territórios". Chamada Universal MCTIC/CNPq nº 28/2018, processo n. 424773/2018-0; ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Geografia Física e Dinâmica Socioambiental (GEOFISA) e ao Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO), ambos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), pelos debates promovidos e conhecimento produzido.

REFERÊNCIAS

BRAGA, C. C.; SILVA, B. B. Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado da Paraíba. *In*: Congresso Brasileiro de Meteorologia, VI, Salvador, BA. **Anais 1**, p. 200-205, 1990.

BRASIL. Instrução Normativa n. 36/2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-36-de-4-de-dezembro-de-2020-292423788>. Acesso: 20 fev. 2022.

BRASIL. Decreto Federal n. 10.593 Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10593.htm. Acesso: 20 fev. 2022.

BRASIL. Resolução CONDEL/SUDENE n. 150/2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-condel/sudene-n-150-de-13-de-dezembro-de-2021-370970623>. Acesso: 20 fev. 2022.

BRITO, H.C.de; BRITO, Y.M.A.de; RUFINO, I.A.A. O índice de segurança hídrica do Brasil e o semiárido brasileiro: desafios e riscos futuros. **Revista Brasileira de Cartografia**. vol.74, n.1, 2022.

CABRAL JÚNIOR, J.B.; BEZERRA, B.G. Análises da evapotranspiração de referência e do índice de aridez para o Nordeste do Brasil. **REGNE**, v.4, n.1, p. 71- 89. 2018.

CARVALHO, M. G. R. F. **Estado da Paraíba: classificação geomorfológica**. João Pessoa: Editora UFPB, 1982. 72p.

CUNICO, C.; LUCENA, D. B.; MOURA, M. de O. Vulnerabilidade socioambiental e Risco de Desastre por Inundações no Estado da Paraíba, Brasil. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, v. 42, n. 01, 2022. DOI: 10.5216/bgg.v42.71324. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/71324> . Acesso em: 5 set. 2022.

CUNICO, C.; LUCENA, D. B.; MOURA, M. O. **Atlas Riscos, Vulnerabilidades e Desastres Ambientais do Estado da Paraíba**. Sobral, CE: Editora SertãoCult, 2023. 71 p. Disponível em: <https://repositorio.editorasertaocult.com.br/index.php/omp>. Acesso em: 5 set. 2022.

CUNICO, C.; LUCENA, D. B.; MOURA, M. O.; MOURA, C. M. S. Metodologias para identificação da vulnerabilidade socioambiental e dos riscos de desastres hidroclimáticos na Paraíba. *In: SILVA, A. B.; GALVÃO, J. C.; LUCENA, D. B. (Orgs.). Paraíba: pluralidades e representações geográficas*, v. 4. Campina Grande: EDUFPG, p.121-144, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do Censo Demográfico 2010: resultados do universo por setor censitário**. Rio de Janeiro: Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão - Centro de documentação e disseminação de informações, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos em 2017**. Rio de Janeiro: Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão - Centro de documentação e disseminação de informações, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Prévia da População dos Municípios com base nos dados do Censo Demográfico 2022 coletados até*

25/12/2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/etapas/divulgacao-dos-resultados.html>. Acesso em: agosto de 2023.

LIMA, A. G. M.; MELO, A. B. L. Relevô. In: PARAÍBA. Governo do Estado da Paraíba. Secretaria de Educação. Universidade Federal da Paraíba. **Atlas Geográfico do Estado da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, p. 26-29, 1985. 100p.

SÃO JOSÉ, R.V.de; COLTRI, P.P.; GRECO, R.; SOUZA, I.S.de; SOUZA, A.P.S.de. Hazard (seca) no semiárido da Bahia: vulnerabilidades e riscos climáticos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.15, n.04. 2022.

SILVA, L. L. **Precipitações Pluviais da Pré-Estação Chuvosa no Período Chuvoso e suas Influências na Produtividade Agrícola da Paraíba**. Dissertação de Mestrado. Campina Grande: Programa de Pós-Graduação em Meteorologia/UFCG, 2007. 114p.

SILVA, L. L.; MENEZES, H. E. A.; DANTAS, R. T.; COSTA, R. F.; MENEZES, H. E. A. Relações das precipitações da pré-estação com o período chuvoso no estado da Paraíba. **Revista de estudos ambientais (online)**, 2012, n. 4. Disponível em: <http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/viewFile/3569/2509>. Acesso em: 07 nov. 2017.

OLÍMPIO, J.L.S; ZANELLA, M.E. Riscos naturais: conceitos, componentes e relações entre natureza e sociedade. **Revista Ra'e Ga**, v. 40, p. 94 – 109. 2017.

OLÍMPIO, J.L.S. **Análise multicritério do Risco de Desastres Naturais: um estudo sobre a seca na região Nordeste do Brasil**. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2017.

VEYRET, Y. **Os riscos – o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Trad.: Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007.

WILHITE, D. A.; BUCHANAN-SMITH, M. Drought as Hazard: Understanding the Natural and Social Context. In: WILHITE, D. A. **Drought and Water Crises Science, Technology, and Management Issues**. Boca Raton, Flórida: CRC Press Taylor & Francis Group. p. 4-29. 2005.

Contato com o autor: Daisy Beserra Lucena <daisyblucena@gmail.com>

Recebido em: 03/06/2023

Aprovado em: 03/10/2023