



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

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



Índice de Vulnerabilidade Geral dos municípios do semiárido brasileiro

Jaricélia Patrícia Oliveira Sena, João Miguel Moraes Neto, Daisy Beserra Lucena
Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: jariceliasena@hotmail.com (autor correspondente)

Artigo recebido em 20/11/2020 e aceito em 09/01/2021

RESUMO

Nas últimas décadas, estudos científicos que enfatizam a temática da vulnerabilidade e adaptação à mudança do clima vêm crescendo devido aos impactos de alguns eventos extremos como, chuva em excesso, escassez, ondas de calor afetando diretamente a sociedade humana. Neste contexto, o presente estudo objetivou analisar o Índice de Vulnerabilidade Geral (IVG), que se baseia em indicadores socioeconômicos, epidemiológicos e climáticos, em municípios distribuídos nos estados inseridos na região semiárida brasileira. Neste caso, especificamente, o Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Os dados utilizados para o recorte temporal entre 1995 e 2018 são do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Departamento de Informática do SUS (DATASUS) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Em relação aos resultados, eles evidenciam o índice de vulnerabilidade socioeconômica (IVSE) em relação aos demais, destacando as categorias de demografia, educação e saneamento. O município de Campina Grande foi o que apresentou alto índice de vulnerabilidade epidemiológica (IVE), em razão dos altos índices de dengue (0,733), leptospirose (1,000) e esquistossomose (1,000). Já os municípios de Apodi e Cruzeta exibiram alto índice de vulnerabilidade climática (IVC) decorrentes dos elevados números de eventos extremos de chuva. Ademais, o índice de vulnerabilidade geral (IVG) indicou que as dimensões mais acentuadas para indícios de aumento foram o IVC e o IVSE, com exceção de Campina Grande que apresentou alto IVE.

Palavras – chave: Indicadores; Socioeconômicos; Epidemiológicos; Climáticos.

General Vulnerability Index Regarding the Municipalities in Brazilian Semi-Arid Region

ABSTRACT

In recent decades, some scientific studies that emphasize the issue of vulnerability and adaptation to the climate change have been growing due to the impacts of some extreme events such as excessive rain, drought, heat waves that directly affect human society. In this context, the aim of this study it is to analyze through means of the General Vulnerability Index (IVG), which is based on socioeconomic, epidemiological and climatic indicators, in municipalities distributed in the states of Rio Grande do Norte, Paraíba, and Pernambuco, all inserted in the semiarid region of Brazil. The data that had been used refers to a period from 1995 to 2018 and they were based on the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the Department of Informatics of SUS (DATASUS), and the National Institute of Meteorology (INMET). Regarding the results, they show the socioeconomic vulnerability index (IVSE) in relation to the others, highlighting the categories of demography, education and sanitation. According to data Campina Grande was the place that presented high index of epidemiological vulnerability (IVE), as a result of the high rates of dengue (0.733), leptospirosis (1,000) and schistosomiasis (1,000). The municipalities of Apodi and Cruzeta exhibited a high index of climatic vulnerability (CVI) due to the elevated occasions of extreme rains. In addition, the general vulnerability index (IVG) indicated that the most accentuated dimensions for evidence of increase were IVC and IVSE.

Keywords: Indicators; Socioeconomic; Epidemiological; Climate

Introdução

As mudanças climáticas sempre foram responsáveis por alterações culturais e evolutivas durante diferentes períodos da história humana (Martins et al., 2010). Mesmo com os avanços tecnológicos, os eventos climáticos permanecem relevantes nas dinâmicas dos sistemas humanos.

Nas últimas décadas, o número de estudos científicos que enfatizam a temática

vulnerabilidade e adaptação à mudança do clima aumentou, principalmente, por causa dos impactos de alguns eventos extremos como, chuva em excesso, escassez e ondas de calor, que acabam afetando diretamente a sociedade humana (Santos et al., 2017).

A Organização Mundial de Meteorologia (OMM, 2011) ressalta que, os eventos extremos meteorológicos de forte intensidade são as

principais causas de catástrofes naturais que atingem a sociedade, observados e registrados em escalas locais e regionais. Além disso, podem se tornar uma ameaça, caso forem considerados como fenômenos desestabilizadores, por exemplo, áreas expostas que são mais vulneráveis à ocorrência de um evento de chuva intensa. No entanto, existem muitos casos em que não é possível interferir na ameaça para diminuir o risco, sendo assim, a escolha, segundo Valverde (2017), deve ser modificar as condições de vulnerabilidade dos elementos expostos.

O termo vulnerabilidade pode ser aplicado em várias áreas, uma vez que, caracteriza-se como um conceito multidisciplinar e interdisciplinar, além da complexidade dos fatores que explicam suas causas (Cardona, 2004). Portanto, permite o diálogo entre profissionais com visões disciplinares e políticas distintas (Alves, 2006). Nesse sentido, faz-se necessário compreender algumas definições com o intuito de alcançar um entendimento mais amplo.

Ao citar os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que sempre fizeram alusão à vulnerabilidade dos sistemas frente às mudanças climáticas. O quarto relatório conceitua vulnerabilidade como: o grau de susceptibilidade ou incapacidade de um sistema para lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, inclusive a variabilidade climática e os eventos extremos de tempo.

A vulnerabilidade é uma função de caráter, magnitude e ritmo da mudança do clima e da variação a que um sistema está exposto, sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação (IPCC, 2007 p.28).

Alguns autores como Blaikie et al. (1994) e O'Brien et al. (2013), ressaltam vulnerabilidade como a capacidade de uma comunidade em enfrentar impactos nocivos e perigos de desastres climáticos, com a perspectiva de se recuperar facilmente.

Adger (1999, p.249) diz que “a vulnerabilidade é a exposição de indivíduos ou grupos ao estresse (mudanças inesperadas e ruptura Monteiro, Patos, São Gonçalo, Arcoverde, Cabrobó, Garanhuns, Ouricuri, Petrolina, Surubim e Triunfo. Todos apresentam índices pluviométricos anuais baixos, as médias dos dados utilizados variam de 592,06 mm a 866,37 mm, concentradas no verão e outono e irregular no inverno, pois, cada estado apresenta sua particularidade.

nos sistemas de vida) resultante de mudanças socioambientais”. Já Pelling e Uitto (2001, p.51) explicam que “é o produto da exposição física a um perigo natural e da capacidade humana para se preparar e recuperar-se dos impactos negativos dos desastres”.

Segundo Brooks et al. (2005), a vulnerabilidade depende das circunstâncias de cada região ou comunidade. Contudo, existem vários determinantes comuns, incluindo fatores de desenvolvimento que certamente influenciam na vulnerabilidade de uma região ou comunidade específica, mesmo em vários cenários socioeconômicos diferentes. Por isso, é de extrema importância conhecer e compreender os moduladores das vulnerabilidades socioambientais das regiões (BRASIL, 2005; Confalonieri et al., 2009; Tibúrcio e Corrêa, 2012).

Nesse sentido, as regiões semiáridas são apontadas como as mais vulneráveis às mudanças climáticas, o aumento de temperatura e modificação na precipitação pluviométrica podem torná-las regiões áridas, acarretando mudanças não só climáticas, como também fitogeográficas, econômicas e sociais (Nóbrega et al., 2016). No entanto, é importante evidenciar que a vulnerabilidade de uma região não se analisa apenas pelas questões climáticas, mas também de um conjunto de processos e eventos físicos, sociais, políticos e econômicos que colaboram para a ocorrência de perdas econômicas, e como consequência, fome e miséria (Sivakumar et al., 2005).

Diante do exposto, objetivou-se, nesse trabalho, analisar o Índice de Vulnerabilidade Geral (IVG) que tem como base indicadores socioeconômicos, epidemiológicos e climáticos dos municípios distribuídos nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, inseridos na região semiárida brasileira.

Material e métodos

A pesquisa envolve dezesseis municípios, distribuídos em três estados, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, que fazem parte da região semiárida brasileira (Figura 1), são eles: Apodi, Caicó, Cruzeta, Macau, Areia, Campina Grande,

Para Molion e Bernardo (2002), os baixos volumes pluviométricos são ocasionados, em especial, pela circulação Leste-Oeste, localizada na parte de seu ramo descendente sobre a região semiárida, causando movimentos de estabilidade e dificultando a formação de nuvens.

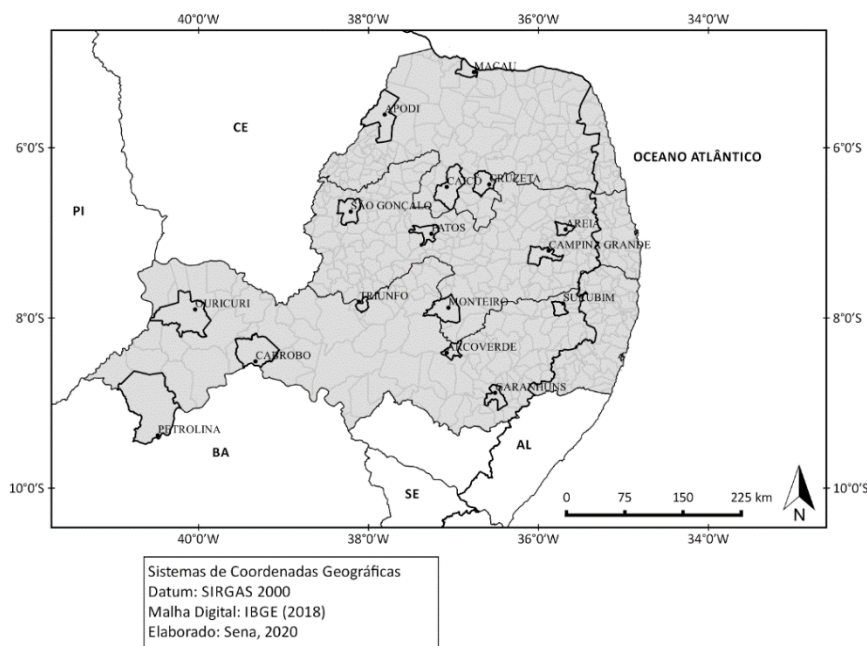


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo, com destaque para os municípios analisados.

Para a elaboração da presente pesquisa foram utilizados dados pluviométricos mensais obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o período de 1995 a 2018. Os socioeconômicos decorrentes do censo demográfico 2010, são disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) e os dados epidemiológicos do Sistema de Informações Hospitalares (SIH/DATASUS). As análises foram realizadas utilizando o software RStudio e o QGis para a espacialização dos dados (elaboração dos mapas).

Para a classificação dos índices de vulnerabilidade em alta, média e baixa, utilizou-se a técnica estatística Análise Hierárquica de Cluster, que fundamenta-se em um processo de divisão de população heterogênea em vários subgrupos mais homogêneos, procurando associar elementos de dados com base na similaridade entre eles (Zaiane e Oliveira, 2003).

Índice de Vulnerabilidade Geral

O Índice de Vulnerabilidade Geral (IVG) é uma metodologia utilizada para avaliação quantitativa da vulnerabilidade por meio da análise de indicadores. Ele foi desenvolvido no Brasil pelo Ministério de Ciências e Tecnologia no ano de 2005, em um relatório com o resultado de três anos de pesquisas realizadas pela Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ (BRASIL, 2005).

O IVG será construído pela média aritmética de três outros índices: o Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica (IVSE), o Índice de Vulnerabilidade Epidemiológica (IVE) e o Índice de Vulnerabilidade Climática (IVC), de acordo com a Equação 1.

$$IVG = \frac{IVSE + IVE + IVC}{3} \quad (\text{Eq. 1})$$

O IVG é um índice composto, integra diversas variáveis e relaciona cada município de estudo a uma medida comparativa (valor numérico) com referência a sua vulnerabilidade. O valor varia entre 0 e 1, onde o 0 indica menor vulnerabilidade e o 1, a maior (BRASIL, 2005; Confalonieri et al., 2009).

Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica

O Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica (IVSE), por sua vez, tem a finalidade de unir as informações de vários indicadores socioeconômicos em um indicador sintético que possibilite estabelecer uma ordem em função do nível de vulnerabilidade socioeconômica. Para o desenvolvimento do IVSE foram necessárias as etapas descritas abaixo:

Primeira etapa - Selecionar os indicadores. Para o desenvolvimento do estudo foram analisados 10 (dez) indicadores distribuídos em 5 (cinco)

categorias, seguindo a metodologia proposta por Santos et al. (2017).

- 1- Demografia – densidade demográfica (hab./km²) e o grau de urbanização (%);
- 2- Renda – população com renda Per capita de ½ a 1 salário mínimo, população com domicílios particulares permanentes com rendimento mensal de ¼ salário mínimo;
- 3- Educação – taxa de alfabetização (%);
- 4- Saneamento - domicílios que possuem e não possuem abastecimento de água (%), esgotamento sanitário (%) e coleta de resíduos (%);
- 5- Saúde – taxa de mortalidade infantil com menos de 1 ano de idade (%) e esperança de vida ao nascer (%).

Segunda etapa – Classificação e padronização dos indicadores, de forma que seus valores diferenciem entre 0 e 1. Sendo classificados em duas equações: equação 2, quanto maior for o valor do indicador, espera-se que menor seja a vulnerabilidade; e equação 3, quanto menor for o valor do indicador, menor a vulnerabilidade.

$$I_p = \frac{Máximo_I - I_{observado}}{Máximo_I - Mínimo_I} \quad (Eq. 2)$$

$$I_p = \frac{I_{observado} - Mínimo_I}{Máximo_I - Mínimo_I} \quad (Eq. 3)$$

Em que: I_p representa cada um dos 10 indicadores analisados; $I_{observado}$ é o valor do indicador I , se refere ao dados de uma determinado município, enquanto o $Máximo_I$ é $Mínimo_I$ são os valores máximo e mínimo encontrado no conjunto de amostras, ou seja, todos os municípios.

Terceira etapa – Foi elaborado um índice sintético por dimensão (demografia, renda, educação, saneamento e saúde), calculado pela média aritmética simples dos indicadores analisados.

Quarta etapa – Gerar o índice de vulnerabilidade socioeconômico (IVSE) por meio da média aritmética simples dos resultados das dimensões, para cada município.

$$IVSE = \frac{Demografia + Renda + Educação + Saneamento + Saúde}{5} \quad (Eq. 4)$$

Índice de Vulnerabilidade Epidemiológica

O Índice de Vulnerabilidade Epidemiológica (IVE), foi desenvolvido com o

intuito de sintetizar as informações contidas num grupo de três doenças de veiculação hídrica em um único indicador, levando em conta a relação entre clima e surtos de doenças de veiculação hídrica (Patz et al., 2000; Curriero et al., 2001). Nesse caso, as endemias selecionadas, em razão da disponibilidade nos órgãos competentes, foram: Dengue, Leptospirose e Esquistossomose com os seguintes indicadores: notificação e informações de agravamento de notificações.

Para a elaboração do IVE, foram necessárias três etapas, as quais estão expostas a seguir:

Primeira etapa – Seleção dos indicadores a serem utilizados. Necessária a verificação das informações disponíveis e a maneira de integrar à informação de cada variável no índice.

Segunda etapa – Os indicadores selecionados para a construção do IVE foram normalizados de acordo com a equação 3.

Terceira etapa – A elaboração do índice sintético de cada endemia por meio da média aritmética simples dos indicadores normalizados. O IVE foi elaborado segundo Santos et al. (2017), que compreendem que as mesmas endemias devem ser postas de formas iguais na verificação do IVE.

Índice de Vulnerabilidade Climática

O índice de vulnerabilidade climática (IVC) foi aplicado visando classificar os municípios de acordo com o número de meses de precipitação extrema, superior ou inferior à média, como medida de exposição aos impactos.

Para identificação dos eventos extremos utilizou-se à aplicação do método de box plot ou diagrama de caixas, uma ferramenta utilizada para a identificação dos valores discrepantes (*outliers*), que considera a assimetria e a variabilidade de um determinado conjunto de dados. Além disso, refere-se a um gráfico que mostra vários pontos relevantes de conjuntos de dados, como por exemplo a dispersão, extensão e a natureza de qualquer desvio em relação à simetria e a identificação de *outliers* (Montgomery, 2004; Triola, 2005).

Para sua construção, é necessário calcular o 1º e o 3º quartis, que representam respectivamente, os valores referentes a 25% e 75% da amostra, e a mediana, correspondente a 50%.

A construção do box plot é feita mediante a colocação dos valores máximos e mínimos ligados por uma caixa construída de valores

referentes aos quartis (1º, 3º e mediana). O valor máximo (V.máx) é o que se destaca, devido ao seu alto valor de magnitude. Já o mínimo (V.mín) é o menor encontrado na série.

A mediana trata-se da posição central dos dados, que podem estar distribuídos de forma crescente ou decrescente. Ela está localizada no centro, definida da seguinte maneira: quando os elementos da amostra são ordenados, a mediana é o valor que divide ao meio, isto é, 50% dos elementos da amostra são menores ou iguais à

mediana, e os outros 50% são maiores ou iguais (Sena et al., 2017).

Destaca-se ainda que os *outliers* ou pontos discrepantes são valores que se distanciam de quase todos os outros pontos da distribuição (Figura 2) (Triola, 2005).

O box plot foi elaborado adotando-se uma faixa de percentis 5% a 95%, ou seja, todas as observações distantes deste intervalo foram consideradas fora do padrão ou pontos de dados que são atípicos dos valores restantes (*outliers*).

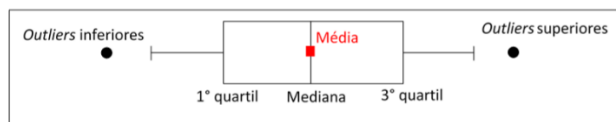


Figura 2: Esquema de interpretação da técnica do box plot.
Fonte: Sena et al., 2017.

Após a elaboração do box plot para cada município, foi calculada a porcentagem de eventos extremos/*outliers* (positivos e negativos) com base na quantidade de meses (276 que corresponde ao período de análise 1995-2018).

Para a elaboração do IVC (Índice de vulnerabilidade climática) será considerada a porcentagem acima descrita, de acordo com a equação 5:

$$IVC = \frac{P_{\text{observada}} - \text{Mínimo}}{\text{Máximo} - \text{Mínimo}} \quad (\text{Eq. 5})$$

Em que:

$P_{\text{observada}}$ é o valor da porcentagem dos eventos extremos de precipitação (*outliers*); Mínimo é o menor valor da porcentagem de precipitação extrema; Máximo é o maior valor da porcentagem de precipitação extrema. Tanto o mínimo e o máximo têm como base os municípios que compõem a amostra analisada.

Resultados e discussão

Com o intuito de compreender melhor quais os indicadores influenciaram nos índices de vulnerabilidade, a análise foi feita de forma separada para cada município, especificando quais são os indicadores socioeconômicos e as endemias

de maior incidência e sua proporção nos municípios.

Os valores dos índices de cada dimensão analisada (socioeconômica, epidemiológica e climática), bem como os índices de vulnerabilidade geral são evidenciados na Tabela 1. Analisando a tabela, observa-se que alguns municípios foram classificados com alto índice de vulnerabilidade, que estão representados através dos números em vermelho.

Ressalta-se que os limiares das classes baixa, média e alta vulnerabilidade para os quatro índices foram identificados a partir do resultado da análise de *clusters*.

Os municípios que apresentaram os maiores IVSE, sendo considerados de alta vulnerabilidade, estão distribuídos nos três estados em estudo. Sendo, o maior em Ouricuri (0,637) (Tabela 1) localizado no estado do Pernambuco, indicando, dessa forma, que em relação aos demais municípios é o que têm a pior situação de vulnerabilidade para esta categoria, dos cinco indicadores três deles apresentaram variação na faixa maior, são eles: demografia (0,668), educação (0,988) e saneamento (0,873) diferenciando dos demais que tiveram indicadores com variação menor.

Tabela 1: Índices de vulnerabilidade socioeconômica (IVSE), epidemiológica (IVE), climática (IVC) e geral (IVG) para os municípios analisados. Os números destacados em vermelho são os índices classificados em alta vulnerabilidade.

MUNICÍPIOS	IVSE	IVE	IVC	IVG
Apodi	0,604	0,013	1,000	0,539
Areia	0,575	0,421	0,235	0,410
Arcoverde	0,276	0,109	0,529	0,305
Caicó	0,168	0,103	0,765	0,345
Cabrobó	0,459	0,002	0,588	0,349
Campina Grande	0,401	0,911	0,588	0,633
Cruzeta	0,406	0,063	0,882	0,450
Garanhuns	0,373	0,261	0,706	0,447
Macau	0,350	0,046	0,647	0,348
Monteiro	0,623	0,176	0,588	0,462
Ouricuri	0,637	0,128	0,529	0,431
Patos	0,230	0,253	0,647	0,377
Petrolina	0,354	0,065	0,765	0,394
São Gonçalo	0,332	0,163	0,647	0,381
Surubim	0,434	0,278	0,235	0,316
Triunfo	0,378	0,007	0,000	0,128

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

A partir da Figura 3 percebe-se a influência de cada categoria que compõem o alto IVSE. Os indicadores que mais se sobressaíram na análise foram educação, saneamento e saúde, que fazem parte da composição do Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios (IDHM).

O Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios (IDHM), utiliza dados exclusivamente dos Censos Demográficos do IBGE.

Conforme Torres et al. (2003), o fato do IDHM aplicar uma metodologia semelhante ao IDH em áreas menores, no caso municípios, mostrar-se de extrema importância, pois quando realizados em áreas extensas, pode ocultar importantes desigualdades existentes no interior dessas áreas. Assim, gerar uma análise em menor escala, como faz o IDHM, proporciona identificar com maior clareza as situações de cada município. Ao realizar uma leitura dos dados da Tabela 2 juntamente com as informações apresentadas, nota-se uma evolução do Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios (IDHM) e dos Estados (IDH) nos últimos censos.

Com base no Relatório Mundial divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU), o IDH brasileiro foi de 0,761 em 2018, então, observa-se que os IDH's dos estados em estudo estão à baixo da média brasileira (Tabela 2). Logo, é de extrema importância reforçar as políticas públicas voltadas para educação, saneamento e

saúde com a finalidade de melhorar o IDHM e, consequentemente, o IVSE.

A classificação da vulnerabilidade alta, média e baixa para os municípios estudados, pode ser visualizada na Figura 4. Os municípios de Macau, Cruzeta, São Gonçalo, Campina Grande, Triunfo, Surubim, Garanhuns, Cabrobó e Petrolina foram classificados como média vulnerabilidade, (Figura 4).

A categoria educação, influenciou de maneira preponderante os municípios classificados de média vulnerabilidade. Por outro lado, os municípios de Caicó, Patos e Arcoverde apresentaram os menores índices de vulnerabilidade socioeconômica com 0,168; 0,230; 0,276, respectivamente. O baixo IVSE desses municípios pode ser explicado pelos baixos valores dos índices de demografia, renda e saúde (Figura 4).

No mapa de vulnerabilidade epidemiológica, representado na Figura 5, destaca-se o município de Campina Grande, na Paraíba, com alto IVE (0,911), conduzido pelos altos índices de dengue (0,733), leptospirose (1,000) e esquistossomose (1,000) (Figura 6). Os altos registros dessas endemias devem-se ao fato deste ser conhecido como o município de referência, ou seja, atende as pessoas de 69 cidades circunvizinhas, ocorrendo assim, a notificação dos casos de municípios adjacentes.

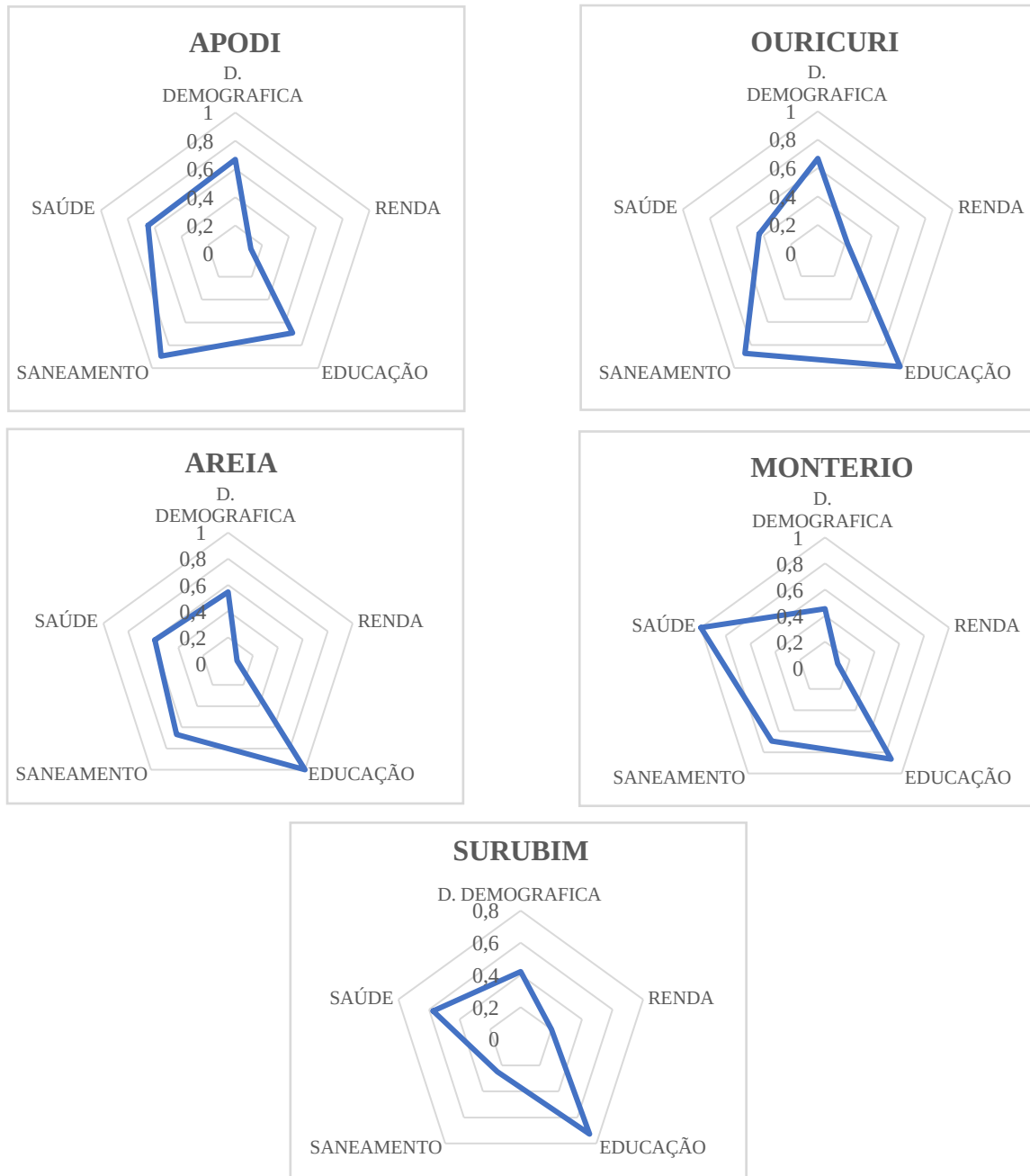


Figura 3 – Composição do IVSE, para os municípios classificados com alta vulnerabilidade socioeconômica.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Tabela 2: IDHM e o IDH dos estados brasileiros (Censo 2000 e 2010)

MUNICÍPIOS	IDHM - CENSO 2000	IDHM - CENSO 2010
Areia	0,425	0,594
Monteiro	0,452	0,628
Apodi	0,502	0,639
Surubim	0,494	0,635
Ouricuri	0,421	0,572
ESTADOS		
	IDH – CENSO 2000	IDH – CENSO 2010
PARAÍBA	0,506	0,658
RIO GRANDE DO NORTE	0,552	0,684

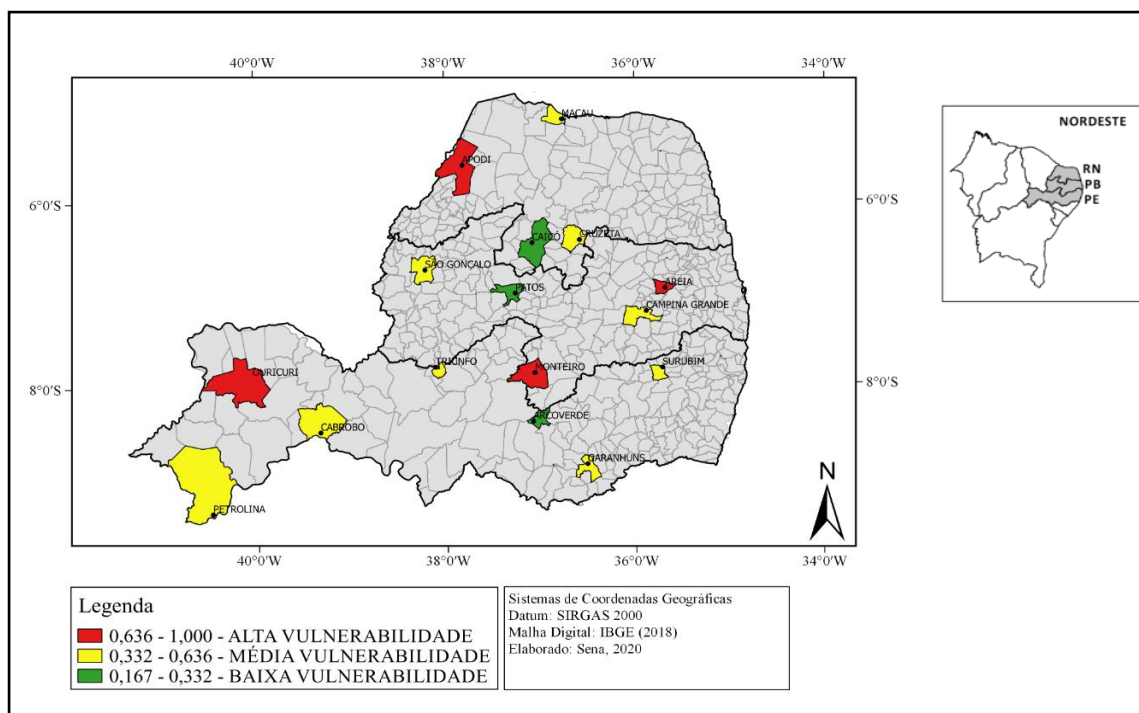


Figura 4: Mapa do Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica dos municípios em estudo, referente ao período de 1995 – 2018.

Os médios IVE registrados, deve-se aos baixos índices de leptospirose e esquistossomose (Figura 5).

Em contrapartida, 11 municípios (Macau, Apodi, Caicó, Cruzeta, São Gonçalo, Triunfo, Monteiro, Arcoverde, Ouricuri, Cabrobó e Petrolina) tiveram uma baixa vulnerabilidade, com índice variando de 0,002 – 0,420. O que pode ser

ocasionado principalmente, pelos baixos valores dos índices de dengue, ponderando o menor valor para o município de Cabrobó (0,002). Os baixos valores para os índices de leptospirose e esquistossomose para os municípios de Macau, Apodi, Monteiro, Triunfo, Ouricuri, Cabrobó e Petrolina (0,00) foram obtidos pela ausência de notificação (Figura 5).

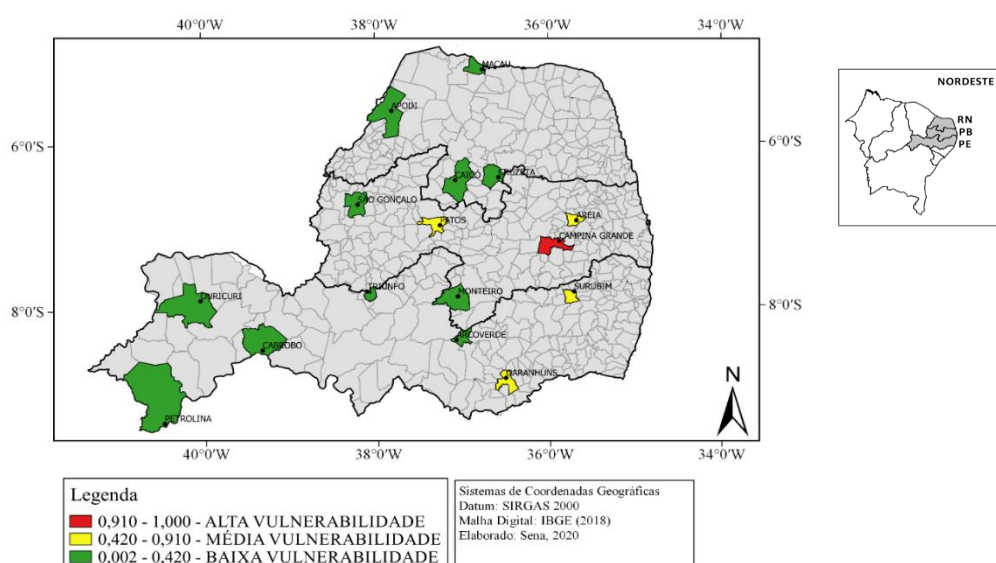


Figura 5: Mapa do Índice de Vulnerabilidade Epidemiológica dos municípios em estudo, referente ao período de 1995 – 2018.

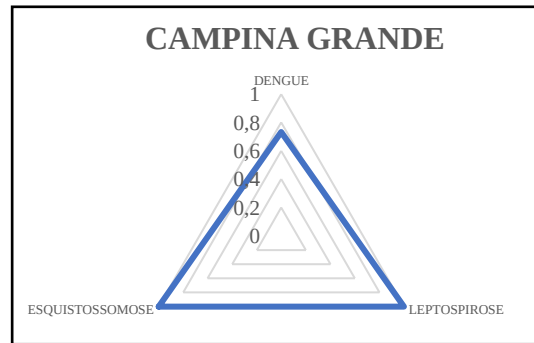


Figura 6: O gráfico demonstra a composição do IVE, para o município de Campina Grande classificado com alta vulnerabilidade epidemiológica.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Analisando o IVC (Figura 7), observa-se que 2 municípios apresentaram alta vulnerabilidade climática, são eles, Apodi e Cruzeta. Isso ocorre pelo número de eventos extremos da pluviometria.

Destaca-se o estado do Rio Grande do Norte com os 2 municípios classificados em alta vulnerabilidade climática, variando o IVC de 0,881 – 1,000. Os municípios de Apodi e Cruzeta

registraram o maior número de eventos extremos de pluviometria com 23 e 21 eventos extremos pluviométricos, correspondendo a 8,33% e 7,61% das 276 observações, respectivamente.

Os municípios de Areia, Triunfo e Surubim foram classificados em baixa vulnerabilidade, deve-se aos baixos números de eventos extremos pluviométricos.

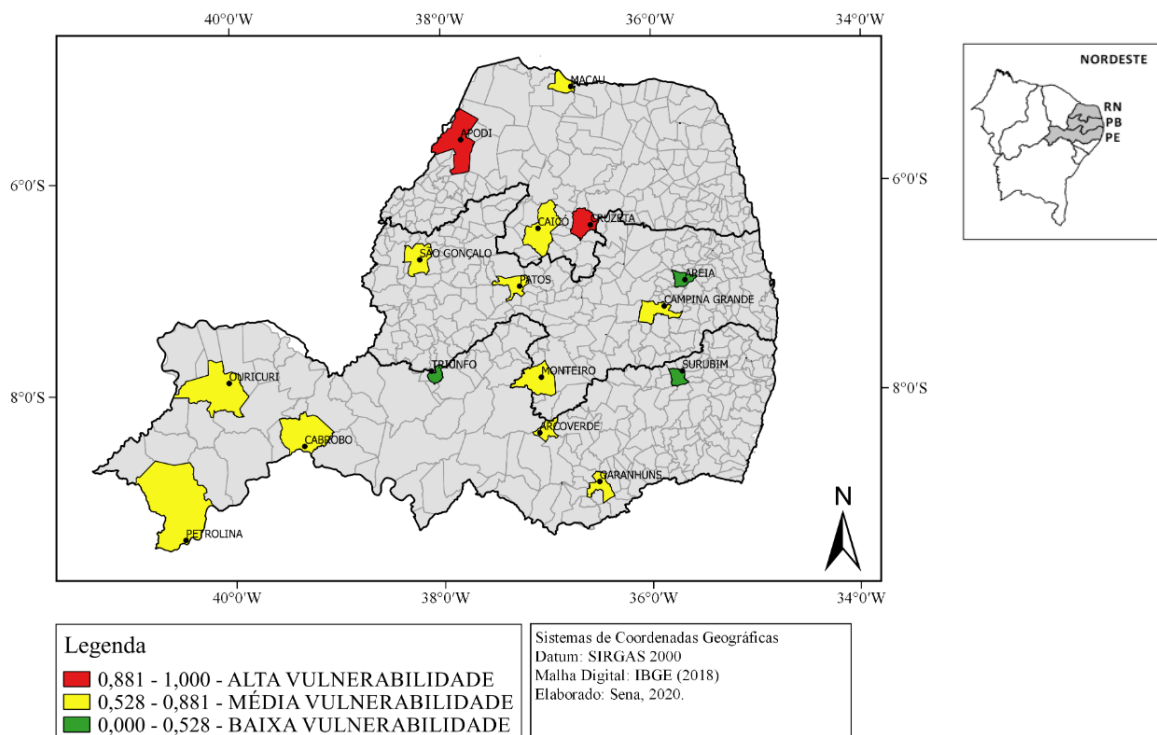


Figura 7: Mapa do Índice de Vulnerabilidade Climática dos municípios em estudo, referente ao período de 1995 – 2018.

Após a análise dos principais índices que compõem o IVG, média simples dos três índices desenvolvido nesta pesquisa, é possível analisar esse índice com mais domínio.

Percebe-se que para 2 dos 16 municípios analisados (Apodi e Campina Grande) (Figura 8), o principal fator de contribuição para o alto IVG é de ordem climática e socioeconômica. Apenas para Campina Grande, a questão epidemiológica é fator determinante para o alto IVG, mas como mencionado pode ser em função do município exercer relevante centralidade no interior do estado da Paraíba, em particular para as cidades do Agreste e Sertão paraibanos, além de dezenas de

cidades dos interiores pernambucanos e potiguar (Araújo, 2016).

Por outro lado, o município de Triunfo, localizado no estado do Pernambuco, evidenciou o menor IVG (0,128). O principal fator que contribuiu para a baixa vulnerabilidade deve-se aos baixos índices climáticos e epidemiológicos (Figura 8).

Para 8 dos 16 municípios analisados (Cruzeta, São Gonçalo, Patos, Areia, Monteiro, Garanhuns, Ouricuri e Petrolina) o IVG foi classificado na categoria de média vulnerabilidade, variando de 0,377 – 0,632 (Figura 8).

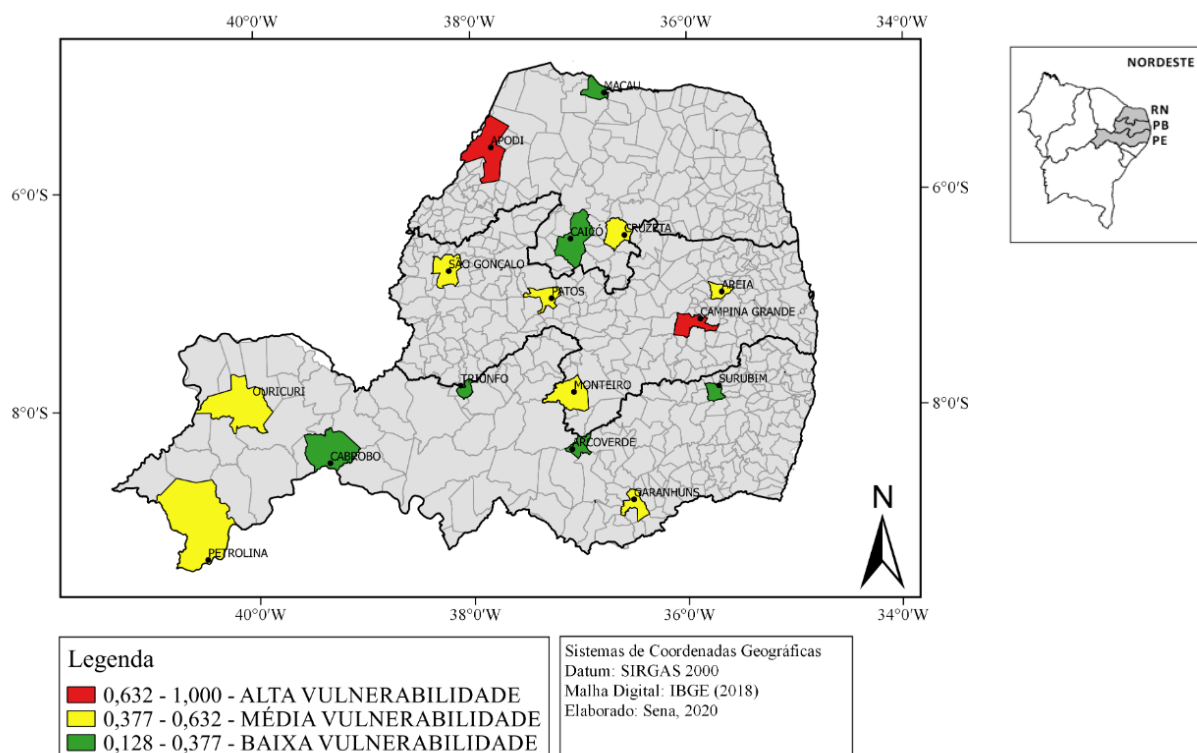


Figura 8: Mapa do Índice de Vulnerabilidade Geral dos municípios em estudo, referente ao período de 1995 – 2018.

Vale ressaltar que, os indicadores que tratam esses três índices, podem ser acrescentados de outros que venham a apresentar maiores detalhes, tendo em vista que, outros fatores influenciam a vulnerabilidade. Ademais, atribuir pesos para os indicadores epidemiológicos e outros, como o trabalho de Tibúrcio e Corrêa (2012), para produzir medidas gerais de vulnerabilidade. Pois, cada índice tem sua atribuição, o IVSE está relacionado aos determinantes da exposição e da capacidade adaptativa, o IVE reflete a sensibilidade e o IVC está associado à exposição. As análises dos índices devem ser compreendidas como um comparativo

entre os municípios ou localidades sob condições semelhantes.

Conclusões

As categorias que mais sobressaíram na análise foram os altos valores apresentados nos índices de densidade demográfica, educação e saneamento. A vulnerabilidade socioeconômica se destacou, uma vez que, 56,25% dos municípios estudados apresentaram médio IVSE.

O alto IVE concentrou-se no município de Campina Grande – PB, em razão dos altos índices de dengue (0,733), leptospirose (1,000) e esquistossomose (1,000). Por outro lado, 11

municípios apresentaram baixa vulnerabilidade epidemiológica.

Os altos IVC foram nos municípios de Apodi e Cruzeta, por causa dos elevados números de eventos extremos de pluviometria.

A análise do IVG mostrou que as dimensões mais acentuadas para o aumento foram os índices de vulnerabilidade climáticos e socioeconômicos, com exceção de Campina Grande que apresentou alto IVE.

Portanto, o desenvolvimento e a ampliação de políticas públicas que visem à diminuição da vulnerabilidade climática e socioeconômica, podem reduzir consideravelmente os impactos sobre as populações mais vulneráveis. É necessária uma ampla discussão acerca das causas e consequências, em todas as áreas e esferas de gestão pública, com intensa participação da população, para que estratégias consistentes de adaptação e mitigação sejam criadas e implementadas.

Referências

- Adger, W. N. (1999). Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam. *World Development*, v. 27, n. 2, p. 249-269. Disponível: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download>
- Alves, H. P. F. (2006). Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 23, n. 1, p. 43-59.
- Araújo, J. A. S. (2016). A Consolidação de um polo regional: serviços de saúde e centralidade em Campina Grande, Paraíba. *Revista Política e Planejamento Regional*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 205 – 220. ISSN: 2358-4556.
- Blaikie, P. M.; Cannon, T.; Davis, I.; Wisner, B. (1994). *Atrisk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. London: Routledge.
- BRASIL. (2005). Ministério da Integração Nacional. Nova delimitação do Semiárido brasileiro. Brasília, DF, p. 32.
- Brooks, N.; Adger, W. N.; Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change*. Edição 2, v. 15, p. 151 – 162.
- Cardona, O. D. (2004). The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. In: Bankoff, G.; Frerks, G.; Hilhorst, D. *Mapping Vulnerability, Disasters, Development and People*. London: Earthscan, p. 37-51.
- Confalonieri, U. E.; Marinho, D P.; Rodriguez, R. E. (2009). Public Health Vulnerability to Climate Change in Brazil. *Climate Research*, v. 40, p. 175-186.
- Curriero, F. C.; Patz, J.A.; Rose, J.B.; Lele, S. (2001). The Association Between Extreme Precipitation and Waterborne Disease Outbreaks in the United States, 1948-1994. *American Journal of Public Health*, v. 91, n. 8, p. 1194-1199.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico, 2010. Disponível em < http://www.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/ >.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. IDH. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=IDH&searchphrase=all&filtrofacetas=localidade&start=20> >.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> >.
- IPCC - Mudança do Clima 2007: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade - Contribuição do Grupo de Trabalho II ao Quarto Relatório de Avaliação do IPCC. Genebra / Suíça: Secretariado do IPCC, p. 28.
- Martins, S. R., Schlindwein, S. L., D'Agostini, L. R., Bonatti, M., Vasconcelos, A. C. F., Hoffmann, A. F., Fantini, A. C. (2010). Mudanças Climáticas e Vulnerabilidade na Agricultura: desafios para desenvolvimento das estratégias de mitigação e adaptação. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 17. ISSN: 2176 9478.
- Molion, L. C. B.; Bernardo, S. O. (2002). Uma Revisão da Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 17, n. 1, p. 1-10.
- Montgomery, D. C. (2004). *Introduction to Statistical Quality Control*. Tradução de Ana Maria Lima de Farias e Vera Regina Lima de Farias e Flores. 4th Edition, New York: John Wiley.
- Nóbrega, R.S.; Santiago, G.A.C.F.; Soares, D.B. (2016). Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de climatologia*. v.18, n. 12. ISSN: 1980055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica).

- O'Brien, K. L.; Eriksen, S.; Nygaard, L. P.; Schjolden, A. (2013) Why diferente interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, v.7, n.1, p.73-88. DOI: <https://doi.org/10.3763/cpol.2007.0706>.
- Patz, J. A.; Mcgeehin, M.A.; Bernard, S.M.; Ebi, K.L.; Epstein, P.R.; Grambsch, A.; Gubler, D.J.; Reither, P.; Romieu, J.; Rose, J.B.; Samet, J.M.; Trtanj, J. (2000). The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the US National Assessment. *Environmental Health Perspectives*, v. 108, n. 4, p. 367-376.
- Pelling, M.; Uitto, J. I. (2001). Small Island Developing States: natural disasters vulnerability and global change. *Global Environmental Change, Part B Environmental Hazard*, v. 3, n. 2, p. 49-62.
- Santos, M.R.S.; Vitorino, M.I.; Pimentel, M.A.S. (2017). Vulnerabilidade e mudanças climáticas: análise socioambiental em uma mesorregião da Amazônia. *Revista Ambiente e Água*, v.12, n. 5, Taubaté.
- Sena, J. P. O.; Moraes Neto, J. M.; Lucena, D. B. (2017). Painel têmporo-espacial e box-plot para a análise da pluviosidade na região do Cariri Paraibano. *Revista Brasileira de Agrotecnologia (BRASIL)*, v. 7, n. 3, p. 111 – 122. ISSN: 2317-3114.
- Sivakumar, M. V. K.; Das, H. P.; Brunini, O. (2005). Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. *Climatic Change*, New York, v. 70, n. 1, p. 31-72.
- Tibúrcio, L.H.; Corrêa, M.P. (2012). Análise de vulnerabilidade da microrregião de Itajubá por meio do IVG com vistas à mitigação dos impactos causados pelas mudanças climáticas. *Revista Ambiente e Sociedade*, São Paulo, v.15, n.3. p. 123-139.
- Torres, H. G.; Ferreira, M. P.; Dini, N. P. (2003). Indicadores sociais: por que construir novos indicadores como o IPRS. *São Paulo Perspec.*, São Paulo, v. 17, n. 3-4, p. 80-90.
- Triola, M. F. (2005). *Introdução à estatística*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 682.
- Valverde, M.C. (2017). A interdependência entre vulnerabilidade climática e socioeconômica na região do ABC Paulista. *Revista Ambiente e Sociedade*, São Paulo, v.20, n.3. p. 39-60.
- Zaiane, O. R.; Oliveira, S. R. M. (2003). *On data clustering analysis: scalability, constraints and validation*. Edmonton: University of Alberta.