



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## VULNERABILIDADE AO DESASTRE DA SECA NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

Prof. João Luís Sampaio Olímpio<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto Federal do Ceará, campus Quixadá, joao.olimpio@ifce.edu.br

### **Eixo: Riscos e Desastres Naturais**

#### **Resumo/**

A região Nordeste do Brasil é palco de crises motivadas por eventos naturais adversos, sobretudo aqueles deflagrados pelas secas, as quais frequentemente ocasionam inúmeros danos às vidas e a organização social e econômica. Posto isto, a presente investigação tratou da vulnerabilidade ao desastre das secas. Para tanto, foi elaborado um índice estatístico que integrou variáveis indicativas do fenômeno, abrangendo aspectos diversos, tais como demografia, condições socioeconômicas, situação domiciliar e dos estabelecimentos rurais. Foram atribuídas ponderações para as variáveis a partir da técnica multivariada de análise fatorial. Os resultados foram espacializados em um SIG. Foi determinado que os municípios de maior vulnerabilidade estão situados nas porções noroeste e oeste do Nordeste, abrangendo parte considerável do Maranhão e, em menor frequência, do Piauí. Por outro lado, as capitais e as cidades de influência regional e local se encontram em situações mais amenas.

**Palavras chave:** vulnerabilidade; seca; estiagem; desastres naturais.

### **1. Introdução**

Os desastres naturais são uma constante no Brasil, seja em espaços urbanos, seja nos rurais, tendo origens diversas, como na variabilidade climática, em processos erosivos exacerbados, nos movimentos de massa ou nas epidemias. Portanto, os desastres naturais são fenômenos históricos e contemporâneos deste espaço geográfico, uma vez que sempre estiveram presentes e que certamente produziram alterações no modo vida e na organização da estrutura produtiva.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Exemplo disto é a região do Nordeste do Brasil (NEB) em que os eventos periódicos de secas e, em menor grau, as precipitações intensas, construíram a cultura, a estrutura social e econômica, bem como a formação territorial. O Nordeste é uma das cinco regiões geográficas em que o Brasil, apresentando uma população de 53.081.950 habitantes, em 2010. Nesta região estão incluídos nove estados, os quais apresentam similaridades entre si, mas, sobretudo diferenças, sejam relativas à diversidade de paisagens naturais e humanizadas, sejam devido às características da estrutura social e econômica ou das distinções étnico-culturais. Contudo, atualmente, a seca é o evento produtor de crises generalizadas na região, pois entre 2012 e 2017 as precipitações têm sido inferiores às normais e insuficientes para atender a demanda hídrica. A consequência é o racionamento de água nas cidades e a sua total indisponibilidade nas comunidades rurais, além de prejuízos econômicos.

Corroborando para o fortalecimento dos estudos de desastres, as possíveis alterações ocasionadas pelas mudanças climáticas. Seguindo as previsões do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) é esperada, em cenários críticos, que a magnitude e a frequência de eventos extremos se intensifiquem, resultando no recrudescimento de tensões sociais e em desequilíbrios econômicos, sobretudo em países técnica e economicamente menos desenvolvidos, os quais terão maiores dificuldades para adaptar-se às novas condições ambientais (SOLOMON *et al.*, 2007). Desta situação emergem estudos que investigam o comportamento dos processos naturais em um panorama de mudança global, notadamente daqueles deflagradores de desastres, bem como os que averiguam as formas como os grupos sociais e as políticas públicas têm agido para adaptar-se aos novos cenários em construção. É este o contexto vivenciado nos municípios nordestinos.

O presente artigo tem por objetivo principal determinar a intensidade da vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados à ocorrência de eventos indutores da escassez hídrica (secas e estiagens) nos municípios que compõem a região do Nordeste do Brasil. A vulnerabilidade pode ser entendida como uma estimativa da capacidade dos grupos sociais de resistir e de adaptar-se às adversidades, bem como de promover o seu bem-estar (OLÍMPIO, 2017). Neste sentido, busca-se a identificação do estado da arte de tais riscos por meio da mensuração, integração e análise de critérios indicadores da situação vivenciada na região.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## 2. Materiais e Métodos

A execução das atividades para a construção da pesquisa foi realizada segundo um roteiro metodológico de investigação composto de cinco etapas, a saber: 1 - definição da área e objeto de estudo; 2 – revisão da literatura; 3 - coleta e organização de dados; 4 – produção do material cartográfico; 5 – elaboração de um índice sintético de vulnerabilidade.

Na etapa inicial ocorreu a delimitação da área de interesse e do fenômeno a ser investigado a partir da observação dos desastres naturais mais recorrentes no território brasileiro e quais os espaços eram mais frequentemente impactados. Neste sentido, chegou-se ao desastre provocado pela escassez hídrica na região Nordeste. A revisão da literatura consistiu no levantamento de publicações que versam sobre os temas de interesse da pesquisa. Na terceira etapa foi levantado um conjunto de dados censitários dos municípios do NEB. Em seguida, os mesmos foram integrados aos dados geográficos representativos dos municípios da região através de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Na etapa posterior ocorreu a construção de um índice para a determinação da vulnerabilidade. O mesmo foi denominado de Índice de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais (IVDEN). No quadro 1 são apresentadas as 28 variáveis utilizadas, abrangendo os critérios demografia, estrutura etária, estrutura habitacional, educação, saúde, arranjo familiar, econômica, renda, trabalho, condições econômicas e situação dos estabelecimentos rurais.

Quadro I – Variáveis para a determinação da vulnerabilidade

Variáveis	Fonte
Porcentagem da população residente no município em relação à população residente no NEB	IBGE (2010a)
Porcentagem da população municipal que reside em domicílios rurais	
Porcentagem da população residente no município com deficiência permanente	
Porcentagem da população residente no município com 14 anos ou menos	
Porcentagem da população residente no município com 70 anos ou mais	
Densidade demográfica municipal	
Porcentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água	
Porcentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem esgotamento sanitário <sup>1</sup>	
Porcentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem coleta de lixo	

Continua.

<sup>1</sup> Inclui os domicílios que não possuem banheiro e nem sanitários, domicílios que possuem sanitário, mas que não estão ligados à rede geral de esgoto ou pluvial ou não têm fossa séptica.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Variáveis	Fonte
Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem energia elétrica	IBGE (2010a)
Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes precários <sup>2</sup>	
Média municipal de residentes por domicílio	
Percentagem municipal da população analfabeta	
Percentagem de domicílios particulares permanentes cujo responsável pelo domicílio possuía até 17 anos de idade	
Percentagem de domicílios particulares permanentes cujo responsável pelo domicílio possuía até 70 anos ou mais	
Percentagem de domicílios particulares permanentes cujo responsável pelo domicílio era analfabeto	
Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes cujo responsável era do sexo feminino	
Percentagem municipal de mulheres com 10 anos ou mais que tiveram filhos nascidos mortos	IBGE (2010b)
Percentagem de crianças com menos de um ano de idade desnutridas em 2010	BRASIL (2016)
Percentagem de domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar de até um salário mínimo <sup>3</sup>	IBGE (2010a)
Percentagem de domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal domiciliar <sup>4</sup>	
Percentagem da população economicamente ativa desocupada na semana de referência	IBGE (2010b)
Percentagem de domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal domiciliar cujo responsável era do sexo feminino	
Percentagem municipal de pessoas com 10 a 17 anos de idade ocupadas na semana de referência	
Percentagem de estabelecimentos agropecuários que não receberam orientação técnica	IBGE (2006)
Percentagem de produtores rurais sem área	
Percentagem de estabelecimentos agropecuários com terras degradadas	
Percentagem do Produto Interno Bruto municipal de 2010 em relação ao Produto Interno Bruto do NEB	IBGE (2010)

Fonte: elaborado pelo autor, baseado em dados do IBGE (2010a; 2010b; 2006) e Brasil (2016).

Foram calculadas as percentagens e razões de cada variável em relação à quantidade de domicílios ou pessoas presentes em cada município. Apenas para as variáveis “população residente no município” e Produto Interno Bruto as percentagens foram obtidas em relação ao NEB como um todo.

<sup>2</sup> Inclui habitações em casa de cômodos, cortiço, cabeça-de-porco, oca e maloca.

<sup>3</sup> No ano de 2010, o salário mínimo do Brasil era de 510,00 reais, valor estabelecido pela Lei nº 12.255, de 15 de junho de 2010. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12255.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12255.htm)>. Acessado em: 11 de ago. de 2016.

<sup>4</sup> A categoria sem rendimento inclui os domicílios em que a pessoa responsável recebia somente benefícios.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Em seguida, foi necessária a padronização do conjunto de dados das variáveis, porque os mesmos possuem grandezas e unidades de medida distintas. Para tanto, os dados foram inseridos na equação 1 (MEDEIROS; SOUZA; SANTOS, 2014):

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

Onde:  $I_{ps}$  = valor padronizado do indicador “I” no município “s”;  $I_s$  = valor do indicador “I” no município “s”;  $I_{-v}$  = menor valor do indicador “I” no universo de municípios, e;  $I_{+v}$  = maior valor do indicador “I” no universo de municípios.

Todavia, a percentagem do PIB municipal possui uma relação inversamente proporcional das demais variáveis, de tal forma que a equação 1 foi adaptada com intuito de reorientar os dados, fazendo, assim, que os valores maiores sejam indicativos de piores situações. Abaixo é demonstrada a equação 2, utilizada na padronização desta variável.

$$I_{ps} = 1 - \frac{I_s - I_{-v}}{I_{+v} - I_{-v}} \quad (2)$$

Ambas as equações retornam um conjunto de valores que varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que, para os dados selecionados, os mais próximos de 1 (um) apresentam condições mais agravantes, enquanto aqueles mais próximos de 0 (zero) correspondem as melhores situações.

Foram atribuídos pesos em função da variância do conjunto de variáveis. As ponderações foram obtidas através da técnica estatística multivariada de análise fatorial, tendo sido empregado o método Análise de Componentes Principais (ACP). Kubrusly (2001) demonstrou a possibilidade do emprego das cargas fatoriais da ACP para ponderação empírica de variáveis aplicáveis em índices multivariados. De início, foi verificado se a base de dados é adequada para utilização da ACP, conforme o roteiro metodológico apresentado por Filho e Silva-Jr. (2010) (QUADRO 2).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Quadro II – Procedimentos metodológicos para verificação da adequabilidade da base de dados

O que deve ser observado	Técnica empregada	Resultado aceitável	Resultado obtido
Nível de mensuração	-	Variáveis contínuas ou discretas	Discretas
Número de observações	-	> 100	1.794
Razão entre o número de casos e a quantidade de variáveis	Divisão simples	$\geq 5$	70,5
Padrão de correlação entre as variáveis	Coefficiente de correlação	Maior parte dos coeficientes de correlação deve apresentar valores acima de 0,30.	6,962%
	Teste de <i>Kaiser-Meyer-Olkin</i> (KMO)	$\geq 0,5$	0,790
	Estatística de <i>Bartlett Test of Sphericity</i> (BTS)	$p < 0,05$	0,000

Fonte: baseado em Filho e Silva-Jr. (2010).

Convém ressaltar que o resultado obtido no coeficiente de correlação indica baixa correlação entre os dados. Em uma análise de redução de variáveis, este caso implicaria na retirada de variáveis da análise. No entanto, como o objetivo do trabalho é ponderar as variáveis, elas permaneceram. A confiabilidade dos dados foi estimada através do coeficiente de Cronbach, o qual apresentou valor de 0,767, considerado de alta confiabilidade. Depois foi determinada a quantidade de fatores extraídos, cujo objetivo é representar o padrão de correlação entre o conjunto de variáveis. Assim, empregou o critério de Kaiser que considera a apenas a extração dos fatores com autovalores acima de um. Conforme o método, para o conjunto de variáveis analisadas foram extraídas oito componentes (Tabela 1).

Tabela I – Variância das variáveis selecionadas

Componente	Autovalor	Variância (%)	Variância acumulativa (%)
1	6,650	23,750	23,750
2	4,669	16,677	40,426
3	2,140	7,643	48,069
4	1,711	6,111	54,180
5	1,402	5,006	59,186
6	1,146	4,092	63,278
7	1,092	3,899	67,177
8	1,004	3,586	70,763

Fonte: autor.

As componentes extraídas explicam 70,763% do conjunto de dados. Em seguida, os fatores foram rotacionados pelo método Varimax para, posteriormente, serem geradas pontuações (Tabela 2).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela II – Ponderação das Variáveis

Variáveis		Pesos	Variáveis		Pesos
V1	PTOTA	-0,66922385	V15	PCH70	-1,662451186
V2	PRURA	1,061960971	V16	PCHAN	0,738512335
V3	PDEFI	0,224264853	V17	PCHML	0,619054974
V4	PINFA	1,435780823	V18	MFLOB	0,328786429
V5	PIDOS	-1,776899362	V19	CDESN	0,276075362
V6	DEDEM	-0,582387347	V20	DRISM	0,418671845
V7	DAGUA	1,207551292	V21	DSREN	0,680584635
V8	DESGO	0,928736381	V22	PEADE	0,347561789
V9	DLIXO	1,166886958	V23	MSREN	0,645485662
V10	DENER	1,112185513	V24	PTINF	1,328722266
V11	DPREC	-0,243399563	V25	ERSOR	-0,415392756
V12	MRDOM	1,278328573	V26	PRSAR	0,816008524
V13	PANAF	0,753829313	V27	ERTDE	0,744601604
V14	PCH17	0,623686563	V28	PIB	0,66493827

Fonte: autor.

Finalmente, foi aplicada a equação 3 para definir os resultados do Índice de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais.

(3)

$$I_{sj} = \frac{\sum_i a_i x_{ij}}{n_i}$$

Onde:  $I_{sj}$  = resultado do índice no município “j”;  $a_i$  = peso da  $i$ -ésima variável, dado que  $a = p.f$ , onde “p” é o coeficiente de pontuação da componente mais explicativa e “f” é o auto-valor desta componente;  $x_{ij}$  = valor da  $i$ -ésima variável observada para  $j$ -ésima município;  $n_i$  = número de variáveis.

### 3. Resultados e Discussões

As investigações acerca da vulnerabilidade são instrumentos que clarificam a leitura da realidade no entorno da organização espacial de ativos em um dado espaço geográfico. No contexto latino-americano esta investigação é representada pela desigualdade na locação de recursos e, por consequência, há diferentes níveis de vulnerabilidade. Deste modo, apontam para uma situação crucial: os eventos adversos geram danos distintos em cada porção geográfica, em virtude da presença ou não



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

de ativos potencializadores da proteção social e minimizadores dos riscos. Assim, parte-se do pressuposto que o estudo da vulnerabilidade contribui para a compreensão dos riscos que os diferentes grupos sociais experimentam ao serem submetidos aos perigos naturais de mesma intensidade (BRAGA, OLIVEIRA, GIVISIEZ, 2006).

Resultados obtidos indicam que para o período analisado, a vulnerabilidade média nos municípios do NEB foi de nível médio. Na tabela 4 está exposta a distribuição dos municípios, segundo as classes de vulnerabilidade e por estado a que pertencem.

Tabela 4 – Distribuição dos municípios entre as classes de vulnerabilidade

Estados	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Total
AL	1	12	29	47	13	102
BA	85	155	108	63	6	417
CE	16	75	72	20	1	184
MA	2	6	31	86	92	217
PB	61	81	52	28	1	223
PE	33	55	64	29	4	185
PI	14	38	70	68	34	224
RN	61	69	33	4	0	167
SE	6	32	26	10	1	75
<b>Total</b>	279	523	485	355	152	1.794
<b>Total (%)</b>	15,55	29,15	27,03	19,79	8,47	100,00

Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que a distribuição dos municípios entre as classes é dada pelo predomínio de unidades municipais com vulnerabilidade baixa (VB) e média (VM), com 29,15% e 27,03%, respectivamente. Em seguida, 19,79% estão em situação de vulnerabilidade alta (VA) e 15,55% muito baixa (VMB). Por último, 8,47% dos municípios encontram-se na pior condição.

A distribuição espacial dos resultados do IVDEN está demonstrada na figura 1. Observa-se que existe uma concentração de municípios de vulnerabilidade muito alta nas porções noroeste e oeste do NEB, abrangendo parte considerável do Maranhão e, em menor, frequência do Piauí. Em termos absolutos, estes dois estados apresentaram a maior quantidade de municípios nesta condição, com 60,53% e 22,37%, respectivamente.





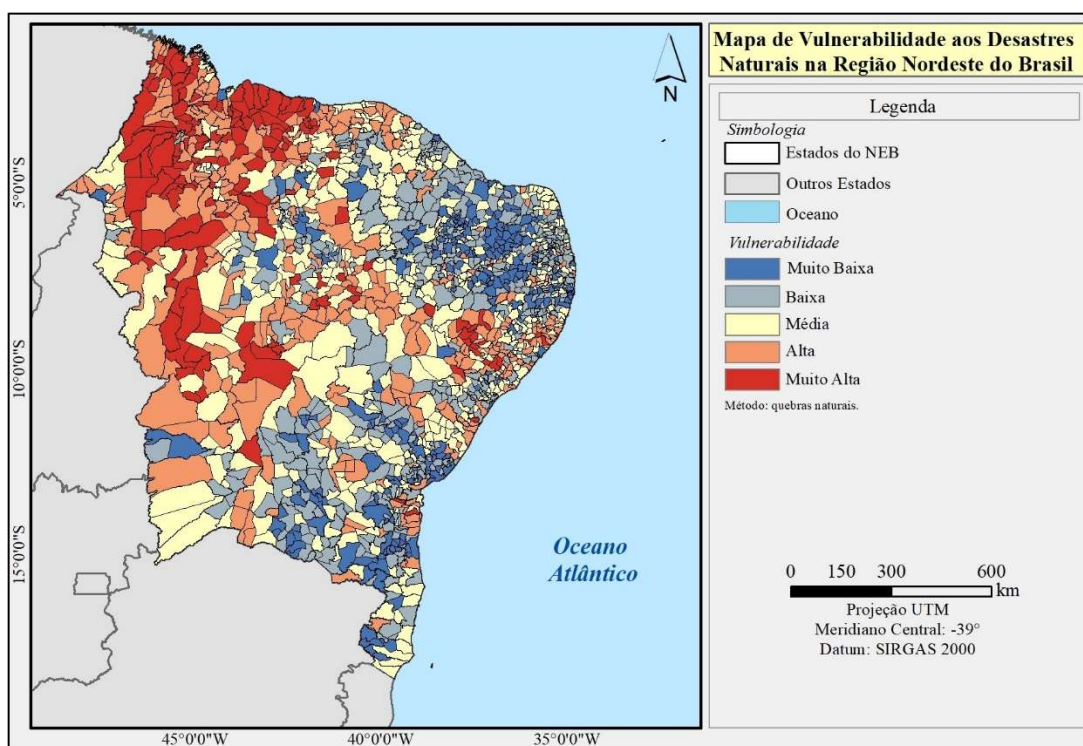
XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Figura 1 – Mapa de vulnerabilidade aos desastres naturais da região Nordeste do Brasil



Fonte: autor.

Em contrapartida, são observados municípios com condições amenas e severas convivendo lado a lado. De maneira geral, nos primeiros estão aqueles centros que possuem maiores capitais sociais e econômicos e detêm os maiores investimentos em infraestrutura básica, de modo a favorecer o estabelecimento de uma centralidade construída pela estrutura de oportunidades neles presentes. Por seu turno, nos municípios em condições mais adversas essa estrutura é menor, resultando em uma grande pressão sobre poucos recursos municipais e na dependência socioeconômica e dos serviços administrativos públicos presentes nos centros.

Nos 152 municípios de vulnerabilidade muito alta concatenam-se as piores situações entre as variáveis selecionadas, refletindo na exposição às adversidades sociais, econômicas e até mesmo à manutenção da vida. Desta maneira, tais municípios apresentam uma maior predisposição ao estabelecimento de crises que podem evoluir para desastres dependendo da intensidade do impacto dos



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

processos naturais. No quadro 3 estão elencados os vinte municípios do Nordeste de maior vulnerabilidade.

Quadro III – Municípios de maior vulnerabilidade

Ordem	Município	Estado	Ordem	Município	Estado
1°	Marajá do Sena	MA	11°	Marajá do Sena	MA
2°	Belágua	MA	12°	Belágua	MA
3°	Cachoeira Grande	MA	13°	Cachoeira Grande	MA
4°	Santo Amaro do Maranhão	MA	14°	Santo Amaro do Maranhão	MA
5°	Fernando Falcão	MA	15°	Fernando Falcão	MA
6°	Centro Novo do Maranhão	MA	16°	Centro Novo do Maranhão	MA
7°	Pedro do Rosário	MA	17°	Pedro do Rosário	MA
8°	Primeira Cruz	MA	18°	Primeira Cruz	MA
9°	Presidente Juscelino	MA	19°	Presidente Juscelino	MA
10°	Afonso Cunha	MA	20°	Afonso Cunha	MA

Fonte: elaborado pelo autor.

O estado do Maranhão destaca-se negativamente ao constatar-se que 42,40% dos seus municípios apresentam vulnerabilidade muito alta. Os resultados expõem um potencial alarmante para o surgimento de adversidades, bem como indicam que as unidades destacadas estão muito suscetíveis aos desequilíbrios sociais manifestados em cenários de crise econômica e desestruturação de políticas sociais.

Embora o Maranhão não esteja sob o domínio climático semiárido, a crise ambiental em construção também representa um cenário de risco para o mesmo, pois nas próximas décadas é esperada a elevação da variabilidade pluviométrica e a expansão das áreas semiáridas degradadas (SOLOMON, *et al.*, 2007). Neste contexto, possivelmente ocorrerá o acirramento das demandas por recursos naturais pela população e pelos agentes econômicos, implicando pauperrimamente dos grupos já vulneráveis e ampliação das desigualdades socioeconômicas.

Na classe de vulnerabilidade muito alta também são destacáveis os municípios localizados nos sertões de Alagoas, na região do médio São Francisco, pois abrangeram 8,55% (13) da classe. Na mesma situação estão treze municípios dispersos entre cinco estados. Apenas o Rio Grande do Norte não possuiu municípios nesta condição. O IVDEN também agrupou 355 municípios com alta



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

vulnerabilidade, sendo que a distribuição espacial dos mesmos esteve concentrada nos estados do Maranhão (24,23%) e Piauí (19,15%) dos municípios desta classe.

Desta forma, foi evidenciado que os estados do Maranhão e Alagoas apresentam a maior parte dos seus territórios em condições de alta ou muito alta vulnerabilidade aos desastres naturais, na medida em que os indicadores traduziram o nível de desproteção em que vive a população destes espaços. Situação semelhante também ocorre no Piauí onde estas classes abarcam 45,54% dos municípios.

Ao analisar o mapa de vulnerabilidade observa-se expressiva desigualdade socioespacial e intra-regional, tendo em vista que são registradas concentração de espaços sob condições de baixa e muito baixa vulnerabilidade, principalmente nas regiões metropolitanas, em centros regionais interioranos e ao longo da porção centro-oriental do NEB.

A vulnerabilidade baixa está presente em 28,15% dos municípios do NEB, sendo assim, a classe de maior representatividade. Embora seja registrada a presença desta classe em todos os estados, há expressiva discrepância entre os totais estaduais. Com efeito, na Bahia há 29,64% do total de municípios, enquanto no Maranhão existem apenas 1,15%.

Na classe de vulnerabilidade muito baixa estão, dentre outros, as capitais nordestinas, além de municípios que exercem influência regional e local, como Olinda – PE, Campina Grande – PB, Caicó – RN e Juazeiro do Norte – CE. A classe abrange 15,55% dos municípios do NEB, sendo que a maioria encontram-se nos estados da Bahia (30,47%), Paraíba (21,86%) e Rio Grande do Norte (21,86%). Porém, no Maranhão existem apenas dois municípios nesta classe (São Luís e Imperatriz), em Alagoas somente um (Maceió) e em Sergipe há seis (Aracaju, Ribeirópolis, Cumbe, Itabi, Cedro de São João e Propriá).

#### **4. Considerações Finais**

Neste trabalho foi investigado a vulnerabilidade aos desastres naturais nos municípios do Nordeste do Brasil, especialmente à escassez hídrica, sob uma perspectiva da análise integrada dos fatos naturais, sociais e econômicos formadores deste espaço geográfico. Perante os resultados alcançados verificou-se que a região é fortemente vulnerável às adversidades ocasionadas pelos desvios negativos da pluviosidade, as quais desorganizam o sistema produtivo e afetam a qualidade de vida de parte da população. Tal circunstância é especialmente recorrente naqueles espaços situados no tipo climático



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

semiárido, espaço natural de maior suscetibilidade à ocorrência de secas, cujos efeitos são agravados pelo contexto da natureza da superfície e pelos aspectos sociais, econômicos e estruturais que suscitam o modelo de uso e ocupação predominante.

Embora a seca seja o fenômeno físico e natural ao meio, os seus efeitos não o são. As medidas para combate à seca passam fundamentalmente pelo fortalecimento das estruturas de oportunidades. A posse destes ativos garantirá o aumento da resistência e da capacidade de adaptação dos grupos sociais às adversidades há tempos conhecida.

Conclui-se que a metodologia desenvolvida ao longo desta investigação tem potencial de ser replicada em outros contextos geográficos, haja vista que o método apresentou resultados satisfatórios e devido à maleabilidade do emprego de variáveis, em função da sua disponibilidade em cada área de estudo.

## 5. Referências Bibliográficas

BRAGA, T. M; OLIVEIRA, E. L; GIVISIEZ, G. H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. **São Paulo em perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 81-95, 2006.

FILHO, D. B. F; SILVA-JR., J. A. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião Pública**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010.

KUBRUSLY, L. S. Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados multivariados. **Pesquisa Operacional**, v. 21, n. 1, p. 107-117, 2001.

MEDEIROS, C. N; SOUZA, M. J. N; SANTOS, J. O. Análise das condições de vulnerabilidade social do município de Caucaia (CE). **Geografia**, Rio Claro, v. 39, n. 2, p. 383-401, 2014.

OLÍMPIO, J. L. S. **Análise multicritério do risco de desastres naturais: um estudo sobre a seca na região Nordeste do Brasil**. Fortaleza: UFC, 2017, 242p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SOLOMON, S; QIN, D; MANNING, M; MARQUIS, M; AVERYT, K; TIGNOR, M. M. B; MILLER JR., H. L. (eds.). **Climate Change 2007: the Physical Science Basis**. Cambridge University Press, Cambridge, 2007.