

Vulnerabilidade Socioeconômica no Estado do Rio Grande do Norte a partir de Técnicas Multivariadas

Socioeconomic Vulnerability in the State of Rio Grande do Norte from Multivariate Techniques

Kamila Souza Santos¹ , Madson Tavares Silva¹ , André Bezerra Oliveira²  & Edivaldo Afonso de Oliveira Serrão³ 

¹Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Campina Grande, PB, Brasil.

²Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, Departamento de Geografia, Campina Grande, PB, Brasil.

³Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Campina Grande, PB, Brasil.

E-mails: kamilasouza182@gmail.com; madson.tavares@ufcg.edu.br; andrebezerraoliveira@gmail.com; oliveiraserrao@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar a vulnerabilidade socioeconômica nos municípios do estado do Rio Grande do Norte, a partir de variáveis descritoras de duas principais dimensões: Socioeconômica e Demográfica. A metodologia tomou por base a aplicação de estatística multivariada a partir da técnica de análise fatorial (AF). As variáveis selecionadas foram oriundas do Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A partir da AF foi possível desenvolver o Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica (IVS), que permitiu compreender as relações existentes entre os fatores ajustados, sendo possível identificar cinco principais fatores concorrentes que atuam sobre o processo de vulnerabilidade nos municípios do estado do Rio Grande do Norte. Os resultados mostram que apenas 22 dos municípios do estado do Rio Grande do Norte apresentam baixa vulnerabilidade de acordo com o Índice de vulnerabilidade socioeconômica, com índice superior ($IVS > 0,43$). Estes municípios apresentaram a maior quantidade de valores positivos em duas das três dimensões, as quais tiveram as maiores capacidades de explicação. Estas regiões em geral estão ligadas por indicadores demográfico, educacional, desenvolvimento e socioeconômico que representam a individualidade do município e a relação com as regiões metropolitanas.

Palavras-chave: Análise multivariada; Risco; Desigualdade

Abstract

The objective of this work was to analyze the socioeconomic vulnerability in the municipalities of the state of Rio Grande do Norte, based on deducing variables of two main dimensions: Socioeconomic and Demographic. The methodology was based on the application of multivariate statistics based on factor analysis technique (FA). The variables selected came from the 2010 Brazilian Institute of Geography and Statistics IBGE Census. From the FA it was possible develop the Socioeconomic Vulnerability Index (SVI), that allowed to understand the relationships between the adjusted factors, being possible to identify five main competing factors that act on the vulnerability process in the municipalities of the state of Rio Grande do Norte. The results show that only 22 of the municipalities in the state of Rio Grande do Norte present low vulnerability according to the Socioeconomic Vulnerability Index, with a higher index ($SVI > 0.43$). These municipalities presented the highest number of positive values in two of the three dimensions, which had the highest explanatory capacities. These regions in general are linked by demographic, educational, development and socioeconomic indicators that represent the individuality of the municipality and the relationship with metropolitan regions.

Keywords: Multivariate analysis; Risk; Inequality

1 Introdução

A discussão em relação a vulnerabilidade despertou e continua despertando a curiosidade e o interesse de instituições de pesquisa, assim como dos pesquisadores e da comunidade científica de todo o mundo, isto se deve ao aumento dos índices de desigualdades socioeconômicas e da segregação socioespacial.

A vulnerabilidade social é um processo inerente nas diversas dimensões da vulnerabilidade a múltiplos estressores e choques, referindo-se a limitações na capacidade de pessoas, grupos sociais e territórios para resistir a impactos adversos resultantes de vários fatores estressantes a que as populações são expostas. A vulnerabilidade social deve-se em parte a características inerentes nas interações sociais, instituições e sistemas de valores culturais (Warner, 2007).

Nessa percepção, a vulnerabilidade social, seja ela de ordem pessoal ou econômica, pode ser caracterizada, portanto, pela exposição de famílias a fatores de riscos, podendo estar presente em apenas uma família ou em uma comunidade por inteiro. As suas particularidades estão associadas ao fato da impossibilidade de alterar a condição em que se encontram atualmente, muitas delas vivendo em condições insalubres e sem acesso a serviços básicos, como higiene, educação e moradia inadequada (Carara, 2016).

As dinâmicas populacionais dentro dos territórios é elemento fundamental ao planejamento e organização dos serviços públicos, visto que o território consiste em espaço social físico. Historicamente é constituído por uma população que se constitui a partir de diferentes classes culturais, sociais, acesso aos serviços públicos e vivências. Tais particularidades interferem ou agem condicionando a vida das pessoas e a atuação das políticas públicas (Duarte *et al.*, 2015).

Um dos indicadores utilizados em políticas públicas para a avaliação da qualidade de vida de uma população é o índice de vulnerabilidade social, que se configura como uma dinâmica de correlações em que cidadãos fazem parte de um processo de exclusão social em que se cruzam muitos fatores, com destaque para os fatores econômicos, sociais, demográficos, biológicos e existenciais. Uma situação de vulnerabilidade restringe as capacidades relacionais de afirmação do indivíduo no mundo, gerando fragilização do indivíduo ou da comunidade (Oviedo & Czeresnia, 2015).

Percebe-se, portanto, que a vulnerabilidade leva em consideração a ideia de risco, principalmente no uso discursivo do risco-perigo. Este risco pode estar associado à integridade física, moral, social, econômica, psicológica, dentre outras. Outro ponto tratado nas discussões sobre esse

campo é a noção de vulnerabilidade social, em que são evidenciadas as situações precárias de assistência social, abrangendo a inoperância do Estado, a existência de ações efetivas e a desarticulação das políticas públicas (Negreiros *et al.*, 2018)

Seddon (2014) elaborou um IVS para o estado do Espírito Santo, a fim de que conseguisse um aprofundamento no entendimento da vulnerabilidade social, contando com dados extraídos do Censo Demográfico de 2010, (DATASUS), (RAIS), (CAGED) e Censo Escolar. Os mesmos estão segmentados em dimensões: educação, empregabilidade, alocação do tempo, renda, infraestrutura domiciliar e composição familiar e mortalidade. Para tanto, foi feita uma agregação dos dados por meio de uma média aritmética dos indicadores e constatou-se que as condições de vulnerabilidade possuem uma distribuição desigual no estado, sendo o acesso ao mercado de trabalho um aspecto de suma importância para a mitigação da vulnerabilidade social.

Schmidtlein *et al.* (2008) fizeram uma análise de sensibilidade do índice de vulnerabilidade social (IVS). Em Charleston; Los Angeles, e Nova Orleans. Utilizaram 54 variações do IVS, foram calculadas para cada área e avaliadas usando análise fatorial. O subconjunto de variáveis forneceu uma representação da vulnerabilidade com similaridade adequada àquela derivada usando o conjunto completo de variáveis sociais empregadas no IVS, ambas as abordagens identificam um conjunto semelhante de unidade de estudo altamente vulneráveis.

Vale ressaltar a dificuldade em construir um índice que tenha vários indicadores e dimensões, pois previamente a qualquer resultado, foi necessário organizá-los para a formação dos temas e grupos de indicadores, baseando-se na semelhança deles, já que existem várias maneiras possíveis para a construção de um índice. O peso de cada variável pode divergir, assim como os processos de composição do índice. Entre as dificuldades está a necessidade de definir quais dimensões são as mais relevantes e quais devem ser os indicadores utilizados para representar cada uma delas, para que se transforme no índice. Os indicadores propostos expõem diferentes unidades de medida, sendo assim, estes foram transformados em índices, permitindo assim a agregação das dimensões, para a composição de um índice de vulnerabilidade socioeconômica para o Estado do Rio Grande do Norte. Portanto busca-se, com este trabalho, a proposta de um novo sistema de mensuração da vulnerabilidade socioeconômica, partindo da premissa de uma construção de um índice, utilizando 6 componentes (dimensões) que possam melhor expressar os dados levantados e melhor comunicá-los.

2 Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

O objeto de estudo é o Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1) que está localizado no setor oriental da Região Nordeste do Brasil, entre as latitudes 05° 47' 42" S e 6° 58' 57" S e as longitudes 35° 12' 34" W e 38° 36' 12" W, limita-se com os Estados do Ceará e da Paraíba. Sua extensão territorial é de 52.811,126 km², divididos em 167 municípios. A população estadual totaliza 3.442.175 habitantes (IBGE, 2015). A distribuição populacional pelo território estadual indicou que 2.464.991 habitantes residiam em espaços urbanos e 703.036 eram moradores rurais (IBGE, 2010).

A precipitação pluviométrica do Semiárido brasileiro é marcada pela variabilidade interanual, que, associada aos baixos valores totais anuais de chuva, contribui, como um dos principais fatores, para a ocorrência dos eventos de secas. De acordo com estudo de Marengo (2006), o Semiárido brasileiro sempre foi acometido por grandes secas ou grandes enchentes. A vegetação é a caatinga, caracterizada por “formação vegetais lenhosas de porte baixo ou médio, formado por plantas xerófilas” (Nunes, 2006).

2.2 Dados Demográficos e Socioeconômicos

Os dados populacionais utilizados para o cálculo dos indicadores foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com base em dados oriundos do Censo Demográfico de 2010.

A princípio partiu-se de um conjunto de 231 variáveis para 167 municípios, foi avaliado quais dimensões poderiam caracterizar/representar a vulnerabilidade socioeconômica no estado e por meio da análise fatorial buscou-se obter um conjunto reduzido de variáveis capaz de resumir as características dessas dimensões. Estas variáveis foram reduzidas através da análise fatorial, ficaram as mais representativas, assim restaram 31 variáveis (Tabela 1), que foram selecionadas e divididas em Educação, Longevidade, Desenvolvimento e Socioeconômico, e posteriormente os valores foram normalizados através da Equação 1.

$$x = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

Para a verificação do comportamento dos dados usou-se a análise fatorial, usando a correlação de Pearson (n), o método de extração foi o da análise dos fatores principais, a rotação foi pelo modelo VARIMAX

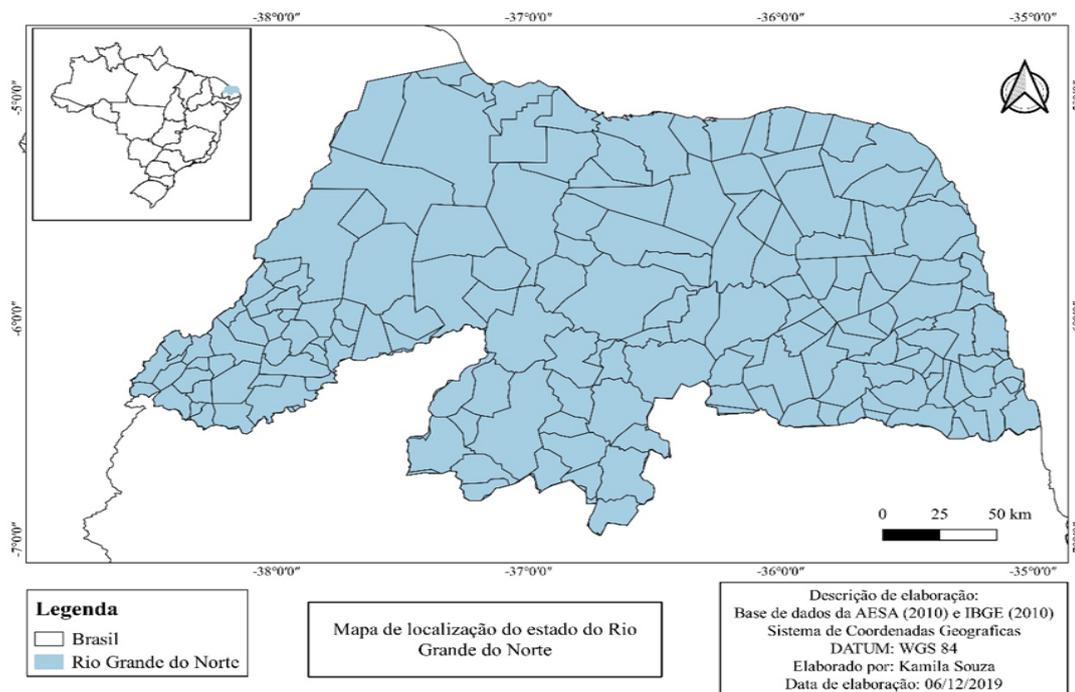


Figura 1 Localização da área de estudo.

Tabela 1 Variáveis explicativas incluídas no estudo.

Categoria	Variável	Descrição
Educação	%6-17bas/2+atra	% de 6 a 17 anos no ensino básico com 2 anos ou + de atraso
	%6-14fund/2+atra	% de 6 a 14 anos no fundamental com 2 anos ou + de atraso
	Tabmed	Taxa de frequência bruta ao ensino médio
	TaBsupe	Taxa de frequência bruta ao superior
	%18-24FundComp	% de 18 a 24 anos com fundamental completo
	%18-24MedComp	% de 18 a 24 anos com médio completo
	%18+MedComp	% de 18 anos ou mais com médio completo
Demográfico	%25+MedComp	% de 25 anos ou mais com médio completo
	IDHME	IDHME Educação
	PM 0-4	População masculina de 0 a 4 anos
	PF 0-4	População feminina de 0 a 4 anos
	PF 45-49	População feminina de 45 a 49 anos
	P25+	População de 25 anos ou mais
	M25+	Mulheres de 25 anos ou mais
	PpT	População Total
	PpU	População urbana
	R10+R	Renda per capita mínima do décimo mais rico
Longevidade	EspVnas	Esperança de vida ao nascer
	Moinfa	Mortalidade infantil
	PBsobre60	Probabilidade de sobrevivência até 60 anos
	%18-24Med	% de 18 a 24 anos no médio
	%25+MedComp	% de 25 anos ou mais com médio completo
Desenvolvimento	%ExPb	% de extremamente pobres
	%VulPb	% de vulneráveis à pobreza
	RPC	Renda per capita
	RPCmedP	Renda per capita média dos pobres
	%PDágua	% da população em domicílios com água encanada
	%PDban/água-enca	% da população em domicílios com banheiro e água encanada
Socioeconômico	IDHMR	IDHMR Renda
	IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
	Gini	Índice de Gini
	Theil	Índice de Theil - L

(normalização de Kaiser) / número = 5 fatores, a rotação VARIMAX mantém os fatores não correlacionados e a rotação oblíqua, que torna os fatores correlacionados entre si. A ideia básica do giro de fatores é identificar alguns fatores que possuam variáveis que tenham alta correlação e outros com variáveis que possuam baixa correlação. Usou-se também o teste de significância e o teste de Kaiser –Meyer – Olkin, o KMO é usado para avaliar a adequabilidade da análise fatorial.

3 Metodologia

3.1 Análise Fatorial

A análise Fatorial (AF) foi utilizada para identificar as relações existentes entre o conjunto de variáveis observáveis, definidas como dependentes, e uma variável latente ou fator (Corrar *et al.*, 2007, Hair *et al.*, 2009).

Tal técnica possibilitou identificar as dimensões isoladas da estrutura dos dados para então determinar o grau em que cada variável é explicada por cada dimensão ou fator (Manly, 2008). A composição do modelo de análise fatorial foi estimada a partir da Equação 2.

$$X_i = a_i F + \varepsilon_i \quad (2)$$

em que: $X: (X_1, X_2, \dots, X_m)$ é um vetor transposto p dimensional de variáveis aleatórias observáveis; $F = (F_1, F_2, \dots, F_m)$ é um vetor transposto r dimensional com ($r < m$) de variáveis não observáveis ou fatores (ou variáveis latentes); $\varepsilon_i = (\varepsilon_{i1}, \varepsilon_{i2}, \dots, \varepsilon_{in})$ é um vetor transposto p dimensional de erros aleatórios ou fatores únicos, e $a_i =$ é a matriz (p, q) de constantes desconhecidas, chamadas de cargas fatoriais.

O grau das correlações simples com as correlações parciais foi estimado utilizando-se a estatística proposta pelo teste Kaiser Meyer Oklin (KMO) de acordo com a Equação 3.

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum a_{ij}^2} \quad (3)$$

em que: $r_{ij}^2 =$ para todo $i \neq j$ é o coeficiente de correlação original entre variáveis; a_{ij}^2 é o quadrado dos elementos fora da diagonal da matriz anti-imagem da correlação e este corresponde ao coeficiente de correlação parcial.

Com intuito de redistribuir a variância dos primeiros fatores para os demais e atingir um padrão fatorial mais simples e teoricamente mais significativa foi utilizado a técnica de rotação dos fatores a partir do modelo Varimax (Hair *et al.*, 2009). Assim, foi necessário testar se a matriz de correlações é uma matriz identidade e avaliar a possível adequação da análise fatorial. Logo, utilizou-se o teste de esfericidade de Bartlett a partir da Equação 4.

$$X^2 = - \left[n - 1 - \frac{1}{6}(2p + 5) \right] \sum_{i=1}^p \ln \lambda_i \quad (4)$$

em que: λ_i representa a variância explicada por cada fator; n é o número de observações; p , o número de variáveis envolvidas no processo.

A communalidade foi utilizada como critério para validação das variáveis no ajuste do modelo fatorial e foi determinada pela estimativa da variância de X_i explicada através dos fatores comuns e foi determinada seguindo a Equação 5.

$$h_i^2 = a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + \dots + a_{im}^2 \quad (5)$$

De acordo com o número de observações que fazem parte do conjunto de dados analisados torna-se necessário a delimitação ou a seleção das dimensões que possam descrever com maior grau a variabilidade presente na análise. No presente estudo foi utilizada a técnica de raiz latente como método restritivo para limitar a quantidade de fatores. Tal técnica parte do princípio que autovalores considerados insignificantes devem ser descartados da análise, como critério de exclusão toma-se valores inferiores a 1, e, portanto, os autovalores selecionados podem explicar assim a variância de pelo menos uma variável para que seja mantida para interpretação (Hair *et al.*, 2009).

3.2 Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica (IVS)

O IVS foi definido como uma combinação linear dos escores fatoriais e a proporção da variância explicada por cada fator em relação à variância dos fatores comuns que descrevem as principais características socioeconômicas da área de estudo a partir da próxima equação. Para melhor detalhamento da metodologia, propõe-se consultar (Bryman & Cramer, 2001).

A estimativa do IVS foi obtida de acordo com a Equação 6.

$$IVS = \sum_{j=1}^q \left(\frac{\lambda_j}{\sum_j \lambda_j} \times FP_{ij} \right), 0 \leq IVS \leq 1 \quad (6)$$

em que: λ_i representa a variância explicada por cada fator; $\sum_j \lambda_j$ é a soma total da variância explicada pelo conjunto de fatores comuns e FP_{ij} é o escore padronizado para se obter os valores positivos dos escores originais essenciais para hierarquizar os municípios.

O cálculo dos escores padronizados foi feito a partir da próxima primeira equação, quando a relação é positiva, e a próxima segunda equação, quando a relação é negativa, segundo Carvalho *et al.* (2007).

$$FP_{ij} = \left(\frac{F_i - F_{min}}{F_{max} - F_{min}} \right) \quad (7)$$

$$FP_{ij} = \left(\frac{F_{max} - F_i}{F_{max} - F_{min}} \right) \quad (8)$$

em que: F_{min} representa os valores mínimos observados para os escores fatoriais associados a vulnerabilidade

socioeconômica nos municípios do estado do Rio Grande do Norte; F_{\max} representa os valores máximos observados para os escores fatoriais associados a vulnerabilidade socioeconômica do Estado do Rio Grande do Norte.

A escala hierárquica de classificação dos municípios corresponde aos quantis estatísticos determinados pela frequência das observações agrupadas em cinco classes: $0 \leq IVS \leq 10$ = Vulnerabilidade Extrema; $10 \leq IVS \leq 25$ = Alta Vulnerabilidade; $25 \leq IVS \leq 40$ = Vulnerabilidade Moderada; $40 \leq IVS \leq 55$ = Média Vulnerabilidade; $55 \leq IVS \leq 70$ = Baixa Vulnerabilidade.

4 Resultados e Discussão

De acordo com os resultados alcançados e exibidos na Tabela 2 foi possível analisar a partir do teste KMO os modelos existentes entre os indicadores utilizados, assim como para a averiguação de relação entre os dados socioeconômicos e demográficos no estado do Rio Grande do Norte.

A estatística do teste indicou um valor médio na ordem de 0,8390, salientando a existência de correlações parciais entre pares de variáveis, e assim segundo (Hair *et al.*, 2009) pode-se tomar a decisão de recusar a hipótese de a matriz de correlação ser uma matriz identidade, e torna-se possível à aplicação da AF ao grupo de observações. O teste de KMO apresenta alteração entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1 maior a eficácia de extração da variável. Pallant & Friel (2007, 2009) sugerem valores acima de 0,6 como limiares razoáveis para extrações iniciais, contudo intervalos superiores a 0,85 são classificadas como excelentes. Já Hair *et al.* (2006) recomendam intervalos de 0,50 como patamar cabível.

Após a verificação da adaptação da base de dados, e considerados os indicadores que são aptos da aplicação da AF, foi viável extrair os fatores principais que irão compor a capacidade de explicação da variância total do agrupamento de informações (dados). A principal particularidade do teste é de analisar, o máximo possível, a variância dos fatores observados a partir de combinações lineares das variáveis. Segundo Dancy & Reidy (2004) a AF se sobressai por empregar somente a variância compartilhada, isto é, não emprega em sua totalidade. Tabachnick & Fidell (2007) frisam que os resultados adquiridos a partir da AF indicaram menos contaminação por conta da oscilação de erro. A quantidade de fatores tomados vai resultar na mais correta interpretação do padrão de correlação entre as variáveis observadas. Contudo um amplo número de fatores amplia a quantidade total de variância explicada pelos fatores.

A partir da Figura 2 verifica-se a distribuição dos autovalores no *Scree plot*, que expõe a distribuição do número de fatores em função da curva da variância específica de cada fator, buscando-se, assim, reconhecer

o momento de linearidade da curva (torna-se horizontal ou tenha uma queda inesperada). Conforme Cattell (1978) tal comportamento aponta que muita variância foi perdida e, por isso, é preciso parar de extrair fatores.

Ainda como teste de seleção do número de fatores para o detalhamento do conjunto de observações utilizou-se a soma da variância acumulada para definir a quantidade de fatores que precisam ser extraídos. Hair *et al.* (2006) propõem o patamar de 60% como sendo aceitável. Contudo o critério de Kaiser ou regra do autovalor recomenda que devem ser extraídos apenas os fatores com autovalores acima de um. Isso porque se o fator exibe baixo autovalor, ele está ajudando pouco para explicar a variância nos parâmetros originais. A começar dos resultados do teste apoiado na soma quadrática das variações das contribuições, também determinado de raiz latente, identificaram-se primeiramente apenas seis fatores que influenciam na variável vulnerabilidade demográfica e desenvolvimento.

Estes fatores definem a combinação linear entre as variáveis demográfica e desenvolvimento, as quais apresentam capacidade de explicar 86,4% da variabilidade total existente entre estas variáveis dependentes sobre a composição e vulnerabilidade do espaço (Tabela 3). Cada fator representa um conjunto de variáveis que caracteriza a vulnerabilidade dos municípios do estado do Rio Grande do Norte conforme os indicadores propostos no presente estudo.

Os autovalores obtidos na AF foram submetidos à rotação VARIMAX com o intuito de identificar quais variáveis descrevem melhor os fatores e, com isso, simplificar a interpretação dos resultados. Os dois primeiros fatores rotacionados explicam quase 50% da variância total, ou seja, 19,6% e 25,6%, respectivamente. O método de rotação se refere ao método matemático que rotaciona os eixos no espaço geométrico. Assim, torna-se mais fácil designar quais dimensões são carregadas em quais elementos, isto é, o principal intuito da rotação dos fatores é tornar o resultado prático encontrado mais facilmente interpretável, mantendo as suas características estatísticas.

Sendo assim, a capacidade de explicação ou de conservação dos indicadores pelos fatores que estão relacionados de modo direto ao valor da comunalidade, tais valores são importantes quando $h^2 > 0,6$, calculados após ajuste da rotação Ortogonal VARIMAX, explicando a intensidade da variabilidade total de cada variável ou conjunto de fatores.

Os métodos para a composição de índices são inúmeros, porém com a utilização da AF foi possível aferir que todas as variáveis são importantes para formar os fatores, e esclarecer as inter-relações existentes e a organização de covariância oriunda da correlação de cada variável e seu respectivo fator (Tabela 4). Todas as variáveis detêm forte ligação com os fatores retidos, pois revelaram

comunalidades elevadas. Neste contexto, destacam-se as principais variáveis com maior capacidade de explicar cada um dos cinco fatores: Educação = %18+MedComp (88,8%) e %18-24FundComp (76,4%); Demográfico = PpT (99,9%) e P25+ (99,8%); Longevidade = EspVnas (99,8%) e PBsobre60 (99,7%); Desenvolvimento = RPC (98,1%) e IDHMR (97,3%); Socioeconômico = Gini (93,4%) e Theil (97,3%) mostrando que boa parte das variâncias dessas variáveis foi explicada pelos respectivos fatores

de agregação, podendo, assim, caracterizar a dinâmica da vulnerabilidade no estado do Rio Grande do Norte.

A rotação ortogonal gerou cargas fatoriais após a rotação da matriz de dados, que produziu ligações das variáveis a um determinado fator (Tabela 4). O procedimento estimou os valores das cargas fatoriais de cada variável, ou seja, entrada (*input*), a um estipulado fator, e, a partir de então, deu-se a seleção das variáveis que formam cada uma das cinco dimensões.

Tabela 2 Estatística do teste Kaiser Meyer Olkin – KMO para adequação da amostra.

Indicadores	KMO	Indicadores	KMO	Indicadores	KMO	Indicadores	KMO
EspVnas	0,998	%18-24MedComp	0,752	%PDágua	0,239	M25+	0,998
Moinfa	0,988	%18+MedComp	0,888	%PDban/ág/enc	0,406	PpT	0,999
PBsobre60	0,997	%18-24Med	0,121	Gini	0,934	PpU	0,995
%6-17bas/2+atra	0,729	%25+MedComp	0,862	Theil	0,973	IDH	0,991
%6-14fund/2+atra	0,611	%ExPb	0,931	PM 0-4	0,993	IDHME	0,952
Tabmed	0,454	%VulPb	0,877	PF 0-4	0,995	R10+R	0,896
TaBsupe	0,468	RPC	0,981	PF 45-49	0,998	-	0,973
%18-24FundComp	0,764	RPCmedP	0,773	P25+	0,998	-	-

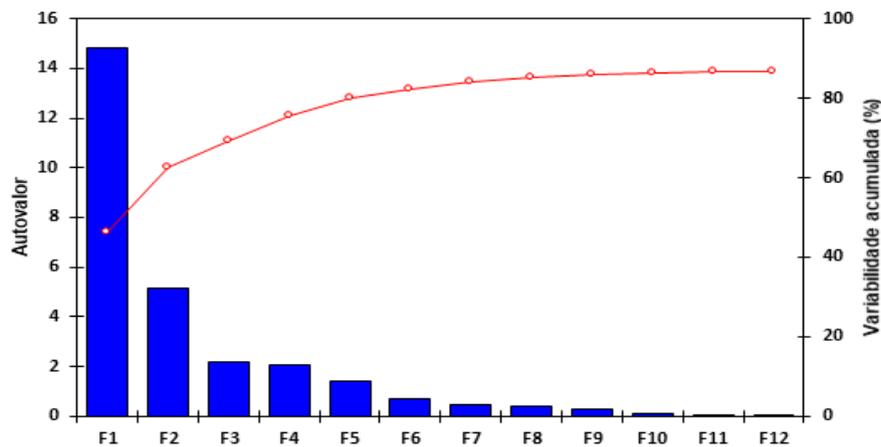


Figura 2 Scree plot - Curva da variância individual de cada fator.

Tabela 3 Variância total explicada pelos fatores na definição das dimensões.

Fatores	Condições iniciais			Componentes rotacionadas	
	Autovalores	Variabilidade (%)	% Variância acumulada	Variabilidade (%)	% Variância acumulada
F1	14,83	46,35	46,35	19,64	19,64
F2	5,15	16,10	62,45	25,65	45,29
F3	2,20	6,87	69,32	10,55	55,84
F4	2,06	6,43	75,75	16,83	72,67
F5	1,43	4,46	80,21	7,00	79,67
F6	0,71	2,21	82,42	-	-

Tabela 4 Cargas fatoriais e comunalidades das componentes principais.

Indicadores	Educação	Demográfico	Longevidade	Desenvolvimento	Socioeconômico	Comunalidade final
EspVnas	0,1992	0,1844	0,9344	0,2244	0,0175	0,998
Moinfa	-0,2053	-0,1439	-0,9438	-0,1869	0,0020	0,988
PBsobre60	0,1940	0,1690	0,9404	0,2146	0,0159	0,997
%6-17bas/2+atra	-0,8310	-0,0368	-0,0725	-0,1622	0,0747	0,729
%6-14fund/2+atra	-0,7634	-0,0382	-0,0545	-0,1368	0,0685	0,611
Tabmed	0,6652	0,0795	0,0166	-0,0692	0,0108	0,454
TaBSupe	0,5439	0,2687	0,1070	0,2937	0,0473	0,468
%18-24FundComp	0,8295	0,1290	0,1791	0,1600	-0,0417	0,764
%18-24MedComp	0,7912	0,1348	0,1535	0,2693	-0,1064	0,752
%18+MedComp	0,6543	0,3760	0,2054	0,5156	0,1046	0,888
%18-24Med	0,0551	-0,0111	-0,0972	-0,3176	0,0840	0,121
%25+MedComp	0,5523	0,4131	0,2114	0,5616	0,1619	0,862
%ExPb	-0,2873	-0,1148	-0,1424	-0,8647	0,2601	0,931
%VulPb	-0,4654	-0,2482	-0,2531	-0,7314	0,0076	0,877
RPC	0,3477	0,5216	0,2258	0,6754	0,2846	0,981
RPCmedP	0,2170	0,1385	0,1073	0,7815	-0,2899	0,773
%PDágua	0,1491	0,1240	-0,0247	0,4403	-0,0847	0,239
%PDban/água-enc	0,2880	0,1017	0,0976	0,5381	-0,1187	0,406
Gini	-0,1293	0,2086	0,0246	-0,1784	0,9172	0,934
Theil	-0,0967	0,1900	0,0085	-0,2646	0,9260	0,973
PM 0-4	0,1121	0,9696	0,0988	0,1597	0,0733	0,993
PF 0-4	0,1138	0,9710	0,0981	0,1577	0,0723	0,995
PF 45-49	0,1308	0,9737	0,0932	0,1398	0,0656	0,998
P25+	0,1250	0,9743	0,0958	0,1416	0,0667	0,998
M25+	0,1250	0,9743	0,0958	0,1416	0,0667	0,998
PpT	0,1199	0,9743	0,0960	0,1460	0,0686	0,999
PpU	0,1322	0,9728	0,0924	0,1398	0,0592	0,995
IDH	0,6653	0,2811	0,3577	0,5726	0,1148	0,991
IDHME	0,8365	0,2154	0,1810	0,4161	0,0076	0,952
R10+R	0,3426	0,6287	0,2089	0,5328	0,2364	0,896
IDHMR	0,3720	0,3446	0,2202	0,7679	0,2789	0,973

4.1 Dimensões da Vulnerabilidade Socioeconômica no Estado do Rio Grande do Norte

As dimensões desenvolvimento e educação, são apresentadas nas Figuras 3 C e 3 D respectivamente, e caracterizam-se pelas maiores capacidades de explicações das variabilidades dos indicadores utilizados no atual estudo. Sendo assim, o fator educação é caracterizado por maior contribuição de IVS em alguns municípios da mesorregião central potiguar, Oeste e parte do leste, o IVS

nessas regiões estão em torno de 0.102 - 0.216, tudo indica que a presença das universidades e o instituto federal podem explicar esse baixo índice de vulnerabilidade a educação, pois existem muitas instituições de ensino, as mesmas podem atenuar os valores médios do IVS, fazendo com que o IVS a educação seja baixo.

As universidades colaboram com a qualificação da mão-de-obra, possibilitando o desenvolvimento e a oferta de serviços qualificados, que seriam mais difíceis de promover sem o ensino superior. Promovem desenvolvimento socioeconômico, impulsionam a origem de consumidores

e empresas, contribuindo para gerar um crescimento econômico-social, local e regional. Atraindo assim capital e pessoas, sendo um grande atrativo para o surgimento de novas atividades e investimentos nos municípios onde as mesmas estão inseridas, o que se deve em grande parte a quantidade relevante de recursos que são inseridos, seja através das empresas, salário dos docentes ou dos alunos, o que desencadeia um efeito multiplicador socioeconômico.

As dimensões socioeconômicas e de longevidade são apresentadas nas Figuras 3A e 3E, respectivamente, apresentaram as menores capacidades explicativas das variabilidades dos indicadores que estão sendo utilizados neste estudo.

Tomemos como exemplo a dimensão socioeconômica que se caracteriza por desigualdade na distribuição de renda, observou-se valores de IVS inferiores 0,02 para a maioria dos municípios do estado, sendo assim não se verificou uma região com predominância de valores (0 – 0,02), o que reflete a maioria dos valores homogêneos de Gini e Theil para a maioria do estado, observa-se que os fatores socioeconômicos são capazes de organizar a vulnerabilidade no estado, algumas áreas são mais privilegiadas, seja por aspectos naturais ou por políticas de investimento em infraestrutura, o que acaba trazendo grande contraste entre riqueza e pobreza, o que se tem por consequência uma

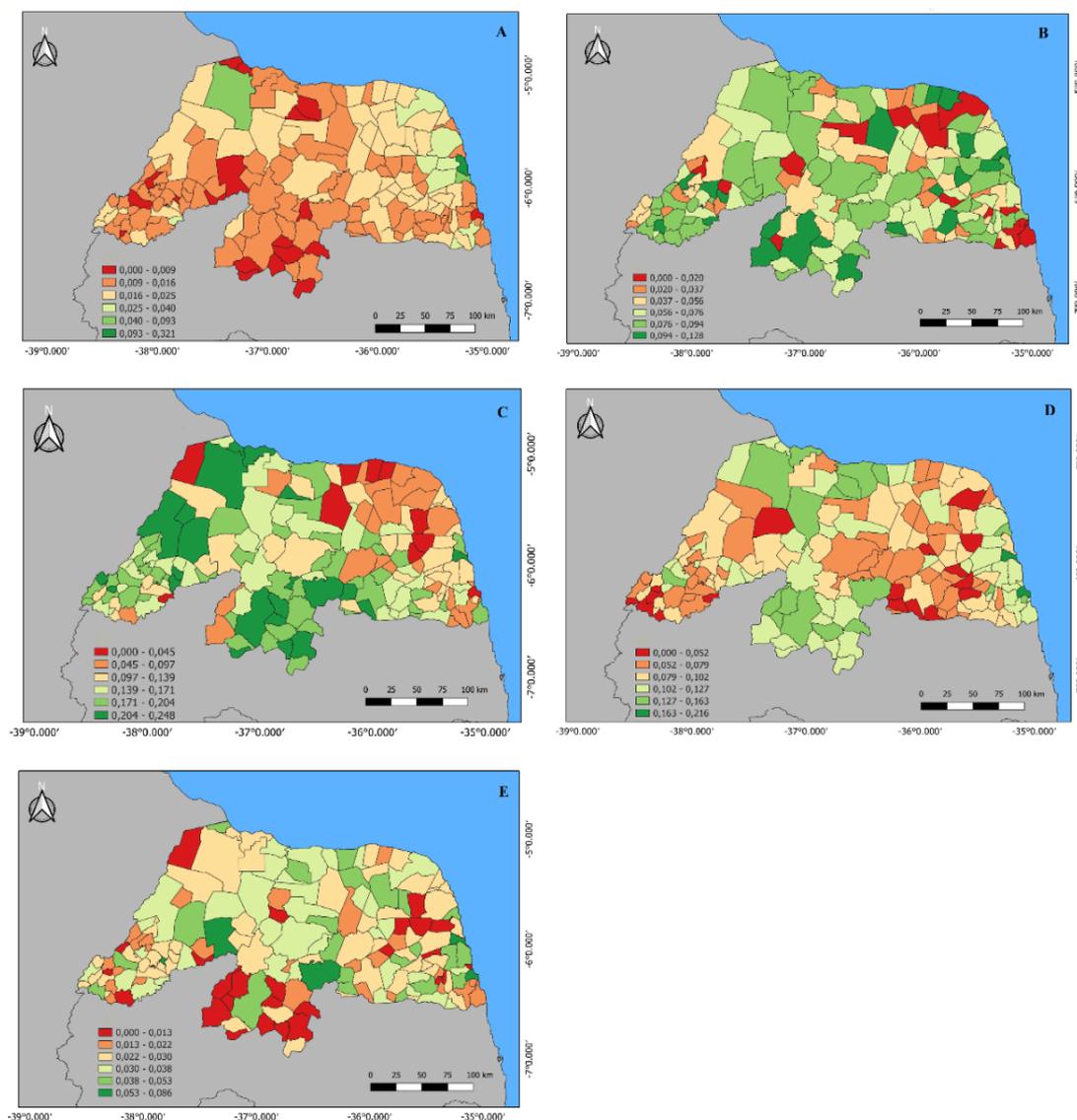


Figura 3 Distribuição das dimensões da vulnerabilidade socioeconômica no estado do Rio Grande do Norte. Dimensão Socioeconômica (A), Demográfica (B), Desenvolvimento (C), Educação (D) e Longevidade (E).

vulnerabilidade socioeconômica, que é produto dessas disparidades.

A dimensão demográfica teve destaque na maioria dos municípios do estado, que tiveram o IVS em torno de 0.056 – 0.128, o que se pode caracterizar como uma baixa vulnerabilidade, explicadas pelas variáveis demográficas, contudo alguns municípios do leste a agreste potiguar apresentaram condição de extrema vulnerabilidade. Os principais indicadores estão relacionados ao quantitativo populacional de pessoas com 25 anos ou mais de idade, ou seja, verificam-se os menores valores de IVS sobretudo para os centros urbanos e regiões metropolitanas. A dimensão demográfica é caracterizada por índice de desenvolvimento da população, como Renda per capita e população total, e que apresentaram os maiores scores fatoriais. Para esta dimensão observa-se menor contribuição de IVS no Leste e agreste potiguar.

Os estudos que abarcam a vulnerabilidade buscam contribuir para avaliação das diferenças socioeconômicas e desigualdades, porque abrangem todo o sistema em desequilíbrio e desassistido politicamente. Dessa forma, utilizar uma ferramenta de estudo da vulnerabilidade e seu conjunto de indicadores pode apontar a estreita relação

entre a segregação social urbana, o sistema de infraestrutura e o processo de adensamento (Maior & Cândido, 2014).

Segundo o DIEESE (2007), esta noção de vulnerabilidade social, que considera a relação ativos/vulnerabilidade/estrutura de oportunidades, tem sido adotada para a construção de indicadores sociais mais amplos, não se restringindo a delimitação de uma determinada linha de pobreza.

Enfim a dimensão desenvolvimento é caracterizada por índices de desenvolvimento da população (IDHMR e Renda per capita média), para esta dimensão não se verifica uma região com predominância de valores baixos (0.139 – 0.248), o que reflete um IVS baixo nos municípios do Oeste e central potiguar. Pode-se inferir que o estado do Rio Grande do Norte apresenta fatores positivos que conduzem o índice de desenvolvimento humano e a economia a refletirem um bom desenvolvimento social e econômico da população.

Assim, a partir dos resultados obtidos nota-se que os índices e indicadores empregados, conseguem descrever a interação social e econômica do estado, portanto esses índices são capazes de revelar fatos que são difíceis de entender, mas de forma resumida.

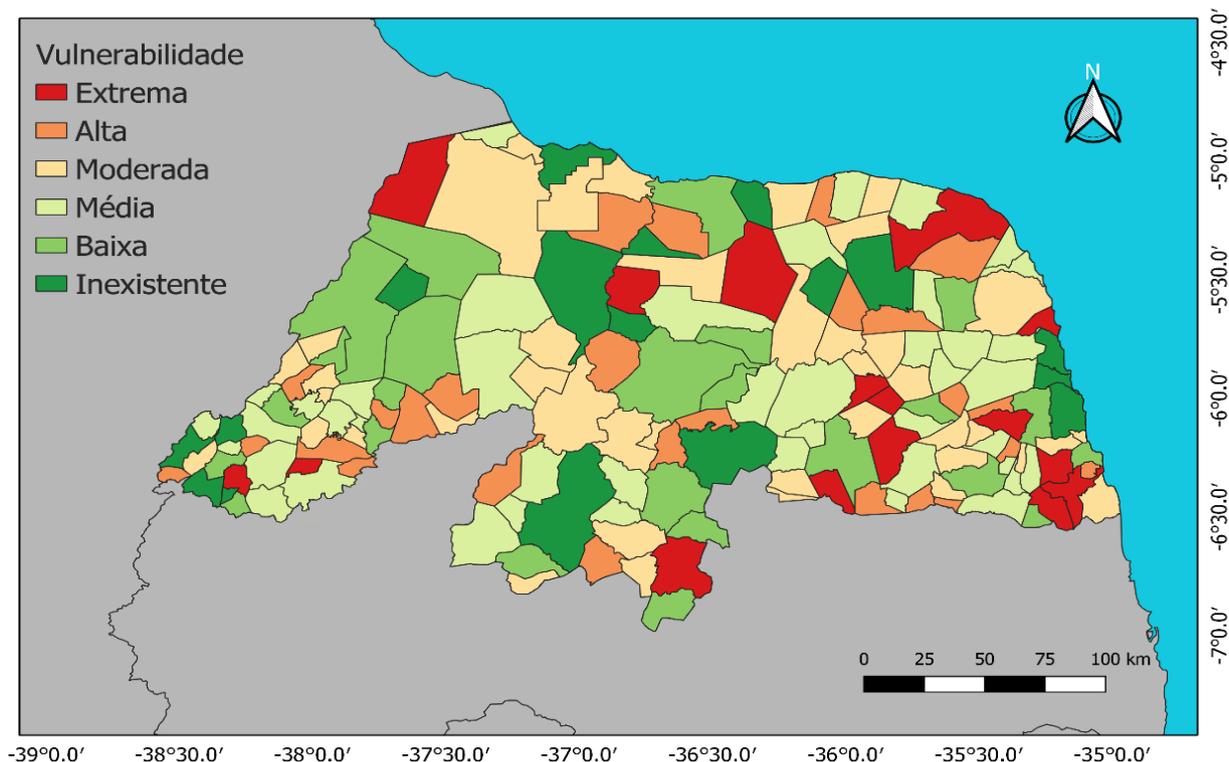


Figura 4 Classificação dos municípios segundo o Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica (IVS) no estado do Rio Grande do Norte.

Os resultados exibidos na (Figura 4) refletem a construção de um índice composto que conseguisse compreender a vulnerabilidade socioeconômica, sendo assim, sugere que apenas 22 dos municípios do estado do Rio Grande do Norte apresentam baixa vulnerabilidade de acordo com o IVS, com índice superior ($IVS > 0,43$). O município de São Gonçalo do Amarante é um dos 22 municípios com baixa vulnerabilidade e, é o 4º município mais populoso do estado, atrás apenas de Natal, Mossoró e Parnamirim e ainda integra a região metropolitana de Natal. Sobressai-se a prática da agricultura de subsistência, como o cultivo voltado à produção de frutas e legumes. Na pecuária destacam-se os bovinos (voltados a produção de leite), os caprinos e ovinos, assim como a produção de tijolos. As indústrias geram emprego e renda aos habitantes e aos demais municípios da região metropolitana. Acari é outro município que tem destaque para a agricultura e a pecuária, tendo sua agricultura baseada na produção de laranja e goiaba, o que acaba gerando um retorno econômico para a comunidade.

Estes municípios apresentaram a maior quantidade de valores positivos em duas das três dimensões, as quais tiveram as maiores capacidades de explicação. Estas áreas em geral estão ligadas por indicadores demográfico, educacional, desenvolvimento e socioeconômico que representam a individualidade do município e a relação e/ou processo com as regiões metropolitanas.

Assim sendo, a vulnerabilidade deve ser estudada para que assim possa ter um melhor entendimento de como esse processo ocorre globalmente, podendo ser utilizado como recurso que auxilie e beneficie a população local, visto que a maioria não possui grande capacidade de resistência a determinados eventos, pois vivem sem acesso a serviços básicos, como o de assistência social, o que na maioria das vezes se atribui a ineficiência do Estado, logo sem educação, moradia inadequada e em condições insalubres o resultado é a instabilidade do cidadão, população ou comunidade. Segundo Brasil (2008), o reconhecimento de grupos populacionais mais vulneráveis e a aplicação de ações voltadas para fortalecer a resiliência desses grupos, são essenciais para elaborar estratégias de adaptações eficazes.

Logo, os 16 municípios (José da Penha, São Bento do Trairi, Parelhas, Ipanguaçu, Pedro Avelino, Monte Alegre, Lagoa de Velhos, Goianinha, Barcelona, Pilões, Extremoz, Baraúna, Tangará, Touros, Pedro Velho e Canguaretama), que apresentaram valores de $IVS < 0,26$ (Vulnerabilidade extrema) representam principalmente as mesorregiões do Agreste potiguar e Leste potiguar do estado. Essas áreas são marcadas por práticas inadequadas na utilização da caatinga ao longo dos anos, tais como: a queima do solo para que se possa fazer a plantação de pastagem para o

gado, uso da lenha e também a produção de algodão, assim como o desenvolvimento de queijeiras, olarias e a atividade mandioqueira. As essenciais atividades desenvolvidas são ovino-caprinocultura, piscicultura, e as lavouras temporárias.

De acordo com o IBGE (2006), O Rio Grande do Norte (RN) é o 5º maior produtor de leite de cabra do Brasil.

Segundo Salvador (2010), a atividade mandioqueira se faz presente nas lavouras temporárias de todos os municípios do Agreste Potiguar e vem sendo modernizada no Agreste a partir de transformações técnicas e nas relações de trabalho, o que ocasiona também modificações na organização da atividade no território. O Agreste Potiguar, segundo dados do IBGE (2009), é o território potiguar em que mais se produz mandioca, planta que marca esse território desde a sua formação.

De acordo com Wisner *et al.* (2004), a vulnerabilidade aos perigos é um processo constituído por componentes que envolvem causas profundas (fatores históricos, políticos, econômicos, ambientais e demográficos que produzem desigualdades), pressões dinâmicas (processos sociais específicos como, por exemplo, uma rápida urbanização, conflitos sociais, etc.) e condições de vida pouco seguras (exposição desigual ao risco).

A vulnerabilidade social não é uma simples consequência da exposição aos perigos, mas sim o resultado de condições de desigualdade social que precedem a ocorrência desses processos e que podem estar relacionados com fatores como a pobreza, a idade, o gênero ou a classe social (Cutter, 2003; Bankoff *et al.*, 2004; Dwyer *et al.*, 2004; Cutter, 2006; Bolin, 2006; Cutter *et al.*, 2006; Langridge *et al.*, 2006; Fekete, 2009; Kuhlicke *et al.*, 2011).

5 Conclusão

O índice de vulnerabilidade socioeconômica no estado do Rio Grande do Norte foi definido por fatores que compõem a educação, renda, capacidade de trabalho e desenvolvimento. Verificou-se uma predominância da vulnerabilidade nas áreas com maiores quantitativos populacionais e que também apresentam maior valor econômico. Sendo assim, essas áreas acabam por concentrar riquezas nas mãos de poucos, gerando desigualdade social e econômica, isto se deve a má distribuição de renda, habitação e a falta de investimento na área da educação e saúde, ocasionando vulnerabilidades a pobreza, más condições de moradia, favelização, falta de saneamento básico, marginalização social e a má qualidade dos serviços públicos.

Com base nos resultados alcançados foi possível identificar que todas as regiões apresentaram municípios vulneráveis, classificados de média a extrema vulnerabilidade, são essas regiões que demandam maior

necessidade de planejamento que visem a implementação de ações para reverter o quadro de vulnerabilidade socioeconômica no qual estão inseridos, pois existe uma real sobreposição entre os grupos populacionais de menor poder aquisitivo, que vivem em situação de vulnerabilidade social e econômica, essa população se concentra em áreas que sofrem com a precariedade de serviços públicos, onde os perigos são iminentes.

Se forem bem empregados, os indicadores e índices podem enriquecer a interpretação da realidade social e econômica e podem conduzir de forma mais eficaz a análise, elaboração e execução de políticas sociais. Podem ajudar na observação das carências, atender nas diversas áreas de ação e auxiliar na negociação das prioridades sociais.

Assim, ocorre a obrigação de ações mais eficazes e definitivas nas políticas públicas, pois se torna primordial, nesse cenário, para que se tenha uma resposta/resolução desse problema, reduzindo ao máximo a distância entre o Estado, a população e as instituições, possibilitando a criação de parcerias em busca do desenvolvimento sustentável e a diminuição dos níveis de vulnerabilidade socioeconômica.

6 Referências

- Brasil. 2008. Plano nacional sobre mudança do clima. Comitê Interministerial Sobre Mudança do Clima. Brasília. Disponível em: <<https://www.nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2008/10/16929092008073244.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- Bryman, A. & Cramer, D. 2001. *Quantitative data analysis with SPSS release 10 for windows: A guide for social scientists*. New York, NY, US: Routledge.
- Bankoff, G.; Frerks, G. & Hilhorst, D. 2004. *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*, Earthscan, London.
- Bolin, B. 2006. Race, class, ethnicity, and disaster in vulnerability. In: RODRÍGUEZ, H.; QUARANTELLI, E. & DYNES, R. (Orgs.). *Handbook of disaster research*. New York: Springer, p. 113-129.
- Cattell, R.B. 1978. *The Scientific Use of Factor Analysis in Behavioral and Life Sciences*. Nova York: Plenum.
- Carvalho, D.F.; Santana, A.C.; Nogueira, A.K.M.; Mendes, F.A.T. & Carvalho, A.C. 2007. Análise do desempenho competitivo da indústria de móveis de madeira do Estado do Pará. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*. Belém, v.2, n.4, p.37-36.
- Corrar, L.J.; Paulo, E.; Dias Filho, J.M. 2007. *Análise multivariada para cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia*. São Paulo: Atlas.
- Cutter, S. 2003. The vulnerability of science and the science of vulnerability. *Annals of the Association of American Geographers*, 93(1):1-12.
- Cutter, S. 2006. Moral hazard, social catastrophe: the changing face of vulnerability along the hurricane coasts. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 604(1): 102-112.
- Carara, M.L. 2016. *Dificuldade de aprendizagem e vulnerabilidade social sob a percepção da comunidade escolar*. Santa Catarina. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação e Direitos Humanos) – Universidade do Sul de Santa Catarina. Santa Catarina. DIEESE. 2007. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Aspectos Conceituais da Vulnerabilidade Social. Projeto de Qualificação Social para Atuação de Sujeitos ou Grupos Sociais na Negociação Coletiva e na Gestão de Políticas Públicas. Convenio MTE/SPPE/CODEFAT – n°. 075/2005 e Primeiro Termo Aditivo.
- Dancey, C. & Reidy, J. 2004. *Statistics Without Maths for Psychology with Psychology Dictionary*. 1st Edn., Pearson Education, ISBN-10:0582895936.
- Dwyer, A.; Zoppou, C.; Nielson, O.; Day, S. & Roberts, S. 2004. Quantifying social vulnerability: a methodology for identifying those at risk to natural hazards. Canberra, Commonwealth of Australia: *Geoscience Australia Record*, 14: 92p.
- Duarte, L.S.; Pessoto, U.C.; Guimarães, R.B.; Heimann, L.S.; Carneiro, J.R. & Cortizo, C.T. 2015. Regionalização da saúde no Brasil: uma perspectiva de análise. *Saúde e Sociedade* 24:472-85.
- Fekete, A. 2009. Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany. *Natural Hazards Earth System Sciences* 9:393–403. Disponível em: <<http://www.nat-hazards earthsystsci.net/9/393/2009/>>
- Friel, C. 2009. Notes on Factor Analysis. Criminal Justice Centre, Sam Houston State University.
- Hair, J. J. F.; Anderson, R.E.; Tatham, R.L. & Black, W.C. 2009. *Análise multivariada de dados*. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 593p.
- Hair, J.R.; Black, W.C.; Babin, B.J.; Anderson, R.E. & Tatham, R.L. 2006. *Multivariate Data Analysis*. 6ª edição. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- IBGE. 2006. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica>>. Acesso em: 22 fev. 2006 e 10 maio 2020.
- IBGE. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2010. Rio de Janeiro. IBGE, 2011. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 16 de maio de 2020.
- IBGE. 2015. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estados. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao>>. Acesso em: 10 de maio de 2020.
- Kuhlicke, C.; Scolobig, A.; Tapsell, S.; Steinführer, A. & de Marchi, B. 2011. Contextualizing social vulnerability: findings from case studies across Europe. *Natural Hazards*, 58(2): 789-810.
- Langridge, R.; Christian-Smith, J. & Lhose, K. 2006. Access and resilience: analyzing the construction of social resilience to the threat of water scarcity. *Ecology and Society*, 11(2): 18.
- Marengo, J.A. 2006. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e*

- definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília, MMA. 212 p.
- Maior, M. M. S.; CÂNDIDO, G. A. Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil. *Caderno Metropolitano*, 16, 31, 241-264, 2014.
- Mariano, F.Z.; & Costa, G.M. 2015. Comportamento dos diferenciais dos salários no Brasil: evidências por índice de Theil em categorias ocupacionais. In: ENCONTRO PERNAMBUCANO DE ECONOMIA, 4, Pernambuco, 2015. Anais. Manly, B.F.J. 2008. Métodos estatísticos multivariados: uma introdução. 3. Ed. Porto Alegre. Bookman. 229p.
- Nunes, E. 2006. *Geografia física do Rio Grande do Norte*. 1. ed. Natal: Imagem Gráfica. 114p.
- Negreiros, D. J.; Gomes, I.D.; Colaço, V.F.R. & Verônica, M.X. 2018. Risco e Vulnerabilidade: pontos de convergência na produção brasileira sobre juventudes. *Revista Eletrônica de divulgação Científica da Infância e Juventude*, 6(18): 20-33.
- Oviedo R.A.M & Czeresnia, D.O. 2015. conceito de vulnerabilidade e seu caráter biossocial. *Interface Comunicação Saúde e Educação*., 19:237-50.
- Pallant, J. 2007. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) *Survival Manual*. Open University Press.
- Salvador, D.A. 2010. modernização da atividade mandioqueira e uso atual do território do agreste potiguar. *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, 9(20): 93-117.
- Schmidtlein, M.; Deutsch, R.; Piegorsch, W. & Cutter, S. 2008. A sensitivity analysis of the social vulnerability index. *Risk Analysis*, 28(4):1099-1114.
- Seddon, D.S.N. 2014. Vulnerabilidade social no Espírito Santo: conceito e mensuração. (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. Dissertação de Mestrado.
- 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*, 70: 31-72
- Tabachnick, B. & Fidell, L. 2007. *Using multivariate analysis*. Needham Heights: Allyn e Bacon.
- UNISDR. 2004. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. *Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives*. Geneva: United Nations Publications.
- Wisner, B.; Blaikie, P.M.; Cannon, T. & Davis, I. 2004. *At Risk. Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*, Routledge.
- Warner, K. 2007. Perspectives on social vulnerability. United Nations University - Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS), Munich Re Foundation.

Recebido em: 06/07/2020

Aprovado em: 06/01/2021

Com citar:

Santos, K.S.; Silva, M.T.; Oliveira, A.B. & Serrão, E.A.O. 2021. Vulnerabilidade Socioeconômica no Estado do Rio Grande do Norte a Partir de Técnicas Multivariadas. *Anuário do Instituto de Geociências*, 44: 36049. DOI 1982-3908_2021_44_36049