

## ARTIGO ORIGINAL

# Mapa da vulnerabilidade social do município de Natal-RN em nível de setor censitário

## Social vulnerability map for the municipality of Natal (Northeast Brazil) at a census sector level

Isabelle Ribeiro Barbosa<sup>1</sup>, Ruana Clara Bezerra Gonçalves<sup>2</sup>,  
Reginaldo Lopes Santana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutora em Saúde Coletiva, Professora da Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi (FACISA). Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

<sup>2</sup>Graduanda do curso de Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

<sup>3</sup>Graduando do curso de Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

**Autor correspondente:** isabelleribeiro@oi.com.br

Manuscrito recebido: Outubro 2018

Manuscrito aceito: Janeiro 2019

Versão online: Abril 2019



### Resumo

**Introdução:** O conceito de vulnerabilidade a descreve como a coexistência, cumulatividade ou sobreposição espacial de situações de pobreza e privação social e de situações de exposição a risco ambiental, onde estão presentes a exposição ao risco, incapacidade de reação e dificuldade de adaptação diante da materialização do risco.

**Objetivo:** Avaliar a distribuição espacial do Índice de Vulnerabilidade Social em nível de setor censitário para o município de Natal, RN, Brasil.

**Método:** Estudo ecológico que utilizou os 895 setores censitários do município de Natal. Foi aplicada a técnica de Análise dos Componentes Principais com oito variáveis relativas ao capital humano, infraestrutura urbana, renda e trabalho, obtidas do Censo demográfico 2010. O resultado foi categorizado a partir do escore Z e a classificação obtida foi utilizada para produção do mapa. Foram utilizados os programas SPSS 22.0 e QGIS 2.8.

**Resultados:** O Teste de esfericidade de Bartlett obteve  $p < 0,05$ , o KMO foi de 0,769, as comunalidades tiveram cargas fatoriais superiores a 0,60. A análise aplicada ao modelo possibilitou a extração de três fatores: Fator 1 (relacionado ao capital humano), o Fator 2 (Renda e Trabalho) e o Fator 3 (Infraestrutura Urbana), explicando conjuntamente 71,56% da variância total. O Fator 1 foi o que melhor discriminou a vulnerabilidade no município de Natal, mostrando áreas de baixa vulnerabilidade nos bairros dos distritos Sul e leste da cidade e áreas de elevada vulnerabilidade nas zonas periféricas do Oeste e Norte. Para os Fatores 2 e 3, a maior parte dos setores foram classificados dentro da faixa considerada de média vulnerabilidade.

**Conclusão:** No município de Natal, existem diferenças significativas nas condições socioeconômicas e demográficas de sua população, com áreas de concentração de riscos sociais e ambientais.

**Palavras-chave:** vulnerabilidade social, análise fatorial, análise espacial, desigualdades.

### Por que este estudo foi feito?

Este estudo teve a finalidade de construir o Índice sintético de Vulnerabilidade Social do município de Natal a partir de variáveis que representam o Capital humano, a renda e trabalho, e a Infraestrutura Urbana. A análise de Índices sintéticos de Vulnerabilidade são facilitadores para a compreensão da realidade e para formulação de políticas, para a tomada de decisões nas esferas públicas, para a divulgação pelos meios de comunicação de resultados sintéticos, bem como para a disseminação da cultura de uso de indicadores nas pactuações das agendas de políticas públicas nacionais e globais.

### O que os pesquisadores fizeram e encontraram?

Foi realizada uma Análise dos Componentes Principais com 8 variáveis que compuseram o Índice de Vulnerabilidade Social por setores censitários no município de Natal. Após a construção do Índice, os resultados foram analisados através de técnicas de geoprocessamento para a construção do mapa. A análise do mapa de Vulnerabilidade social da cidade de Natal apresentou áreas de baixa vulnerabilidade nos bairros dos distritos Sul e leste da cidade e áreas de elevada vulnerabilidade nas zonas periféricas do Oeste e Norte.

### O que essas descobertas significam?

No município de Natal, existem diferenças significativas nas condições socioeconômicas e demográficas de sua população, com áreas de concentração de vulnerabilidades sociais.

**Suggested citation:** Barbosa IR, Gonçalves RCB, Santana RL. Social vulnerability map for the municipality of Natal (Northeast Brazil) at a census sector level. *J Hum Growth Dev.* 2019; 29(1): 48-56. <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.157749>

## ■ INTRODUÇÃO

Considera-se a vulnerabilidade social como resultante de um conjunto de aspectos não apenas individuais, mas também coletivos, contextuais, que acarretam maior suscetibilidade ao adoecimento e, de modo inseparável, maior ou menor disponibilidade de recursos de todas as ordens para se proteger e enfrentar as adversidades<sup>1</sup>. O conceito de vulnerabilidade parte de uma definição que a descreve como a coexistência, cumulatividade ou sobreposição espacial de situações de pobreza e privação social e de situações de exposição a risco ambiental, onde estão presentes três elementos: exposição ao risco; incapacidade de reação; e dificuldade de adaptação diante da materialização do risco<sup>2</sup>.

Neste sentido, a noção de vulnerabilidade social, ao considerar a insegurança e a exposição a riscos e perturbações provocadas por eventos ou mudanças econômicas, fornece uma visão mais ampla sobre as condições de vida dos grupos sociais mais pobres e, ao mesmo tempo, considera a disponibilidade de recursos e estratégias das próprias famílias para enfrentarem os impactos que as afetam<sup>3</sup>.

A vulnerabilidade às doenças e situações adversas da vida distribui-se de maneira diferente segundo os indivíduos, regiões e grupos sociais, e está intimamente relacionada com a pobreza, com as crises econômicas e com o nível educacional. Ao multifatorializar a vulnerabilidade, acrescenta-se, ainda, que a vulnerabilidade depende do local e do clima, abrangendo também a dimensão geográfica<sup>4</sup>.

Parte da visibilidade dos estudos sobre vulnerabilidade social deve-se a certa insatisfação com os enfoques tradicionais sobre pobreza e com seus métodos de mensuração, baseados exclusivamente no nível de renda monetária e em medidas fixas, como a linha de pobreza<sup>2</sup>. Diferentemente dos estudos de risco, as investigações conduzidas no marco teórico da vulnerabilidade buscam a universalidade e não a reprodutibilidade ampliada de sua fenomenologia e inferência. Assim a vulnerabilidade expressa os potenciais de adoecimento, de não adoecimento e de enfrentamento, relacionados a todo e cada indivíduo. Se o risco indica probabilidades, a vulnerabilidade é um indicador da iniquidade e da desigualdade social. A vulnerabilidade antecede ao risco e determina os diferentes riscos de se infectar, adoecer e morrer<sup>5</sup>.

Um dos aspectos para a compreensão da vulnerabilidade social é a análise da estrutura de possibilidades de enfrentamento, que irá determinar maior ou menor desvantagem ou debilidade social. Esses ativos podem ser compreendidos como um conjunto articulado de condições que implicarão a qualidade, quantidade e diversidade dos recursos, avaliados a partir de quatro aspectos: físico, financeiro, humano e social. Os ativos físicos caracterizam-se pelo meio de vida (como moradia e acesso a bens duráveis) e meios de produção da vida material; os ativos financeiros constituem os diferentes instrumentos financeiros formais e informais; os ativos humanos, ou capital humano, são definidos pelos recursos que dispõem, em termos de qualidade e quantidade de força de trabalho, bem como investimentos em educação

e saúde para seus membros; por fim, os ativos sociais, definidos por meio do atributo coletivo pautado em relações de confiança e reciprocidade, que se manifestam em redes interpessoais<sup>6</sup>.

Uma das consequências inegáveis das mudanças pelas quais passou o Brasil, nas últimas décadas, diz respeito à diversificação das formas de movimentos populacionais e assentamentos humanos, bem como à consolidação de um padrão de expansão urbana caracterizado pela segmentação e diferenciação social, demográfica, econômica e ambiental<sup>7</sup>. Uma das graves consequências desse processo é o fato de que a concentração de população nas aglomerações urbanas, e em especial nas regiões metropolitanas, tem representado um desafio ainda não adequadamente enfrentado pelas políticas públicas brasileiras. Esse processo foi permeado por um contexto de crise econômica, desenvolvimento socioeconômico desigual, concentração da renda e da posse da terra, gradual empobrecimento da população, fragilidade da regulação da expansão, maior deterioração das condições de vida da população, particularmente no que tange à localização no território e, como decorrência, às condições de moradia e de acesso aos serviços e equipamentos de consumo coletivo<sup>8</sup>.

A cidade é o local ideal para se pesquisar sobre os aspectos das vulnerabilidades, por ser uma área territorial onde os conflitos e as contradições estão quase sempre latentes e de onde emergem as fragilidades sociais e ambientais. A dimensão urbana é de grande importância para a compreensão dos padrões de desenvolvimento social e econômico, desempenhando um papel igualmente importante na compreensão dos níveis de qualidade de vida e das condições gerais de sustentabilidade do ambiente<sup>9</sup>.

A adoção do conceito de vulnerabilidade social implica em reconhecer os impactos gerados pela desigualdade social na condição de saúde, pela importância que esse conceito vem adquirindo historicamente com o advento do conceito ampliado de saúde da Organização Mundial da Saúde e no paradigma da determinação social da saúde<sup>10,11</sup>. A avaliação e monitoramento da vulnerabilidade podem nortear a atenção à saúde da população e os investimentos públicos, tornando-os mais produtivos, focados e articulados, gerando sinergia e ampliando o acesso à rede de serviços essenciais a partir do paradigma da equidade.

Uma das ferramentas utilizadas para a análise da vulnerabilidade são os indicadores sintéticos de vulnerabilidade social, que são medidas-síntese utilizadas para apreender uma determinada realidade social ou dimensões do mundo social e podem ser aplicados em relação às dinâmicas de desenvolvimento de populações, espaços e ambientes. Esses instrumentos são apresentados como facilitadores para o atendimento das demandas de informação para formulação de políticas, para a tomada de decisões nas esferas públicas, para a divulgação pelos meios de comunicação de resultados sintéticos, bem como para a disseminação da cultura de uso de indicadores nas pactuações das agendas de políticas públicas nacionais e globais<sup>12</sup>.

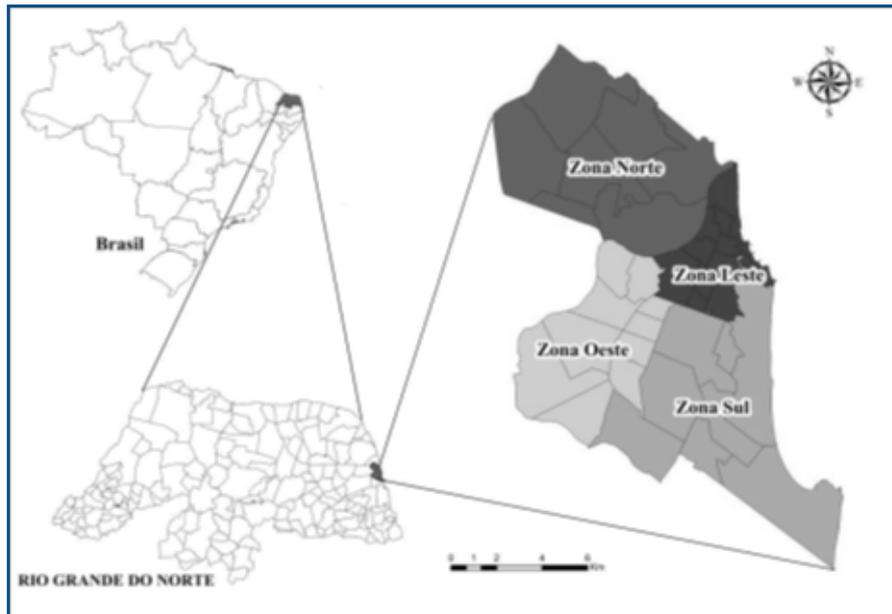
Dessa forma, este estudo tem como objetivo avaliar a distribuição espacial do Índice de Vulnerabilidade Social em nível setor censitário para o município de Natal, RN, Brasil.

## ■ MÉTODO

Trata-se de um estudo ecológico de base populacional que tomou como referência o recorte geográfico estabelecido pelo IBGE, onde os setores censitários do município de Natal foram as unidades básicas de análise, processamento e espacialização a partir de informações do Censo demográfico brasileiro de 2010.

O município de Natal, capital do estado do Rio

Grande do Norte, está localizado no nordeste do Brasil. Possui uma população estimada em 877.662 habitantes para o ano de 2016, com área territorial de 167,160km<sup>2</sup> e densidade demográfica<sup>13</sup> de 4.805,24 hab/km<sup>2</sup>. A cidade está localizada a latitude 05°47'42" S e longitude 35°12'32" O, estando a 31 m de altitude, com temperatura média de 28°C, clima úmido com chuvas regulares no período de março a julho. O município é dividido em 36 bairros, distribuídos em quatro regiões administrativas (Norte, Sul, Leste e Oeste), com diferentes características territoriais, físicas, demográficas e de infraestrutura urbana (Figura 1).



**Figura 1:** Localização geográfica do município de Natal-RN.

As dimensões consideradas para a análise da Vulnerabilidade social do município de Natal considerou a perspectiva teórica empregada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada para desenvolver o Índice de Vulnerabilidade Social dos municípios brasileiros<sup>13</sup>. Nesta publicação, o conceito de vulnerabilidade é englobado em três dimensões: o Capital humano, a Infraestrutura urbana e a Renda e Trabalho, considerando que essas dimensões correspondem a conjuntos de ativos, recursos ou estruturas, cujo acesso, ausência ou insuficiência indicam que o padrão de vida das famílias encontra-se baixo, sugerindo o não acesso e a não observância dos direitos sociais.

No presente trabalho, as 08 variáveis selecionadas para avaliar os aspectos da vulnerabilidade social nos 895 setores censitários que compõem a cidade de Natal, foram:

- a) Capital Humano: Proporção de moradores com mais de 25 anos que são alfabetizados; Proporção de pardos; Proporção de pessoas residentes com idade entre 0 a 5 anos; Média do número de moradores por domicílios;
- b) Infraestrutura urbana: Percentual de domicílios sem serviço de coleta de lixo; Percentual de domicílios com serviço de abastecimento de água inadequado;
- c) Renda e trabalho: Proporção de domicílios sem rendimento nominal mensal domiciliar;

Rendimento nominal médio mensal do responsável pelo domicílio  $\leq$  1 salário mínimo.

Dado o caráter multidimensional do conceito de Vulnerabilidade social, utilizou-se a técnica de análise estatística multivariada, mais especificamente, a Análise Fatorial. O método de Análise Fatorial empregado foi o de Análise dos Componentes Principais, que considerou a adequação das variáveis que resultaram em um KMO (Kaiser-Meyer Olkin) acima de 0,60, que indica que a Análise é apropriada para os dados; Teste de esfericidade de Barlett, com significância menor do que 0,05, que comprova a hipótese de que a matriz de correlação não é uma matriz identidade, ou seja, que há correlação entre as variáveis. Na matriz de correlação, permaneceram no modelo as variáveis que apresentaram a Medida de Adequação da Amostra acima de 0,5. Na avaliação das Comunalidades, permaneceu no modelo a variável com valor acima de 0,5. O procedimento adotado para a rotação da matriz foi a Rotação Ortogonal Varimax. Foram extraídos os fatores que perfizeram uma variância acumulada acima de 60% e os valores com Eigenvalues acima de 1. Após a aplicação do modelo, foi obtida a Matriz dos componentes rotacionados.

Identificados os fatores, foi feita a estimação do escore Z fatorial para cada setor censitário. Esses escores possuem distribuição normal, com média zero e variância

unitária e, desse modo, podem ser utilizadas para indicar a posição relativa de cada observação relativamente ao conceito expresso pelo fator. A partir desses valores, o Índice de Vulnerabilidade Social foi obtido para cada setor, a partir do ordenamento dos valores de escore Z: Muito alta vulnerabilidade (resultados com valores de Z-score  $\geq 2$  desvios-padrão da média), Alta vulnerabilidade (resultados com valores de Z-score  $\geq 1$  e  $< 2$  desvios-padrão da média); Média vulnerabilidade (resultados com valores Z-score  $< 1$  e  $\geq -1$  desvio-padrão da média); Baixa vulnerabilidade (resultados com valores Z-score  $< -1$  e  $> -2$  desvios-padrão da média) e Muito baixa vulnerabilidade (resultados com valores Z-score  $\leq -2$  desvios-padrão da média).

A partir dessa categorização, a classificação de cada setor foi utilizada para produção do mapa de distribuição espacial da vulnerabilidade social do município de Natal. As informações sociodemográficas e a malha digital para produção dos mapas por setores foram coletadas no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Para o processamento e análise estatística foi utilizado o programa IBM SPSS statistics 22.0. Para produção dos

mapas, utilizou-se o programa computacional de domínio público QGIS 2.8 Wien (Oracle America, Inc. California, 2008).

Essa pesquisa utilizou dados secundários disponíveis em sites oficiais, sendo dispensado de apreciação em comitê de ética em pesquisa, em conformidade com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

## ■ RESULTADOS

A análise aplicada ao modelo possibilitou a extração de três fatores com raiz característica maior que a unidade e que sintetizam as informações contidas nas 08 variáveis originais.

O teste de esfericidade de Bartlett mostrou-se significativo, rejeitando a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. O teste de KMO, para análise da adequabilidade da amostra, apresentou valor de 0,769, indicando que a amostra é passível de ser analisada pelas técnicas da análise fatorial. Os valores da Medida da Adequação da Amostra, comunalidades e as Cargas fatoriais após a rotação estão expressos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Cargas fatoriais, comunalidades e Medida de adequação da amostra. Natal-RN, 2016

	<b>Correlação Anti-imagem*</b>	<b>Comunalidades</b>	<b>Cargas Fatoriais F1</b>	<b>Cargas Fatoriais F2</b>	<b>Cargas Fatoriais F3</b>
V1- proporção de moradores de mais de 25 anos que são alfabetizados	0,787	0,764	-0,864	-0,080	-0,106
V2- proporção de pardos	0,802	0,704	0,637	0,545	-0,018
V3- proporção de crianças de 0-5 anos	0,791	0,792	0,724	0,487	0,169
V4- número médio de moradores por domicílio	0,735	0,706	0,099	0,831	-0,064
V5- proporção de domicílios sem abastecimento de água	0,544	0,753	-0,029	-0,003	0,867
V6- proporção de domicílios sem coleta de lixo	0,719	0,681	0,226	0,119	0,784
V7- número de pessoas responsáveis sem rendimentos mensal per capta	0,817	0,553	0,049	0,720	0,174
V8- proporção de domicílios que a renda média mensal do responsável até 1 salário mínimo	0,766	0,772	0,874	-0,054	0,062

\*Medida de Adequação da Amostra

Para sua interpretação, foram consideradas apenas as cargas fatoriais com valores superiores a 0,60 (destacadas em negrito). Os valores encontrados para as comunalidades revelam que praticamente todas as variáveis têm sua variabilidade captada e representada pelos três fatores. Percebe-se que o Fator 1 está relacionado

às variáveis: Proporção de moradores de mais de 25 anos que são alfabetizados (V1), proporção de pardos (V2), Proporção de crianças de 0-5 anos (V3), Proporção de domicílios que a renda média do responsável é até 1 salário mínimo, sendo este fator mais relacionado ao Capital Humano. O Fator 2 foi o fator relacionado a Renda

e trabalho, pois foi positiva e fortemente relacionado ao Número médio de moradores por domicílio e Número de pessoas responsáveis sem rendimento médio mensal; e o fator 3 está relacionado à infraestrutura urbana, pois apresentou-se positiva e fortemente relacionado à proporção de domicílios com abastecimento de água inadequado e sem coleta de lixo.

Após rotação dos fatores, conforme a Tabela 2 percebe-se que os três fatores obtidos explicam, em conjunto, 71,56% da variância total das variáveis selecionadas.

**Tabela 2:** Raiz característica, percentual explicado por cada fator e variância acumulada. Natal-RN, 2016

Fator	Raiz característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
Fator 1	3,212	40,146	31,339
Fator 2	1,323	16,540	53,480
Fator 3	1,190	14,879	71,565

**Tabela 3:** Número de setores censitários classificados de acordo com a vulnerabilidade expressa pelos escores fatoriais de cada fator obtido no modelo final. Natal-RN, 2016

Classificação	Fator 1		Fator 2		Fator 3	
	n	%	n	%	n	%
Muito alta	8	0,9	4	0,4	29	3,2
Alta	198	22,1	55	6,1	27	3,0
Média	528	59,0	768	85,8	838	93,6
Baixa	161	18,0	51	5,7	1	0,1
Muito Baixa	-	-	17	1,9	-	-

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial de acordo com a classificação de cada setor censitário para os 3 fatores extraídos. A Figura 2A mostra a segregação espacial entre áreas de baixa vulnerabilidade e alta vulnerabilidade no município de Natal. A faixa que compreende a zona de baixa vulnerabilidade é composta pelos bairros da Zona Sul e Leste da cidade, enquanto as áreas de alta vulnerabilidade estão a descritas às áreas periféricas das zonas Oeste e Norte.

O mapeamento do fator 2, como mostrado na Figura 2B, mostra que a maior vulnerabilidade

A partir da avaliação dos escores fatoriais para cada setor censitário, foi possível classifica-los de acordo com a vulnerabilidade expressa por cada fator. A tabela 3 apresenta o número de setores com sua respectiva classificação a partir dos 3 fatores observados. Observa-se que o fator 1 foi o que melhor discriminou a vulnerabilidade no município de Natal. Para os fatores 2 e 3, a maior parte dos setores foram classificados dentro da faixa considerada de média vulnerabilidade (Tabela 3).

relacionada ao adensamento de pessoas por domicílios e a renda precária do chefe do domicílio está concentrada nas áreas periféricas dos Distritos Oeste e Norte, embora não tenha se apresentado um padrão de aglomeração dentro de cada distrito. A vulnerabilidade social explicada pela precariedade na infraestrutura urbana, como mostra a figura 2C, apresenta-se em nível de alta e muito alta vulnerabilidade nas áreas mais periféricas dos distritos Norte, Oeste e Sul; porém, esse mapa mostra que, de forma, geral, não há desigualdades entre a maioria dos setores do município.

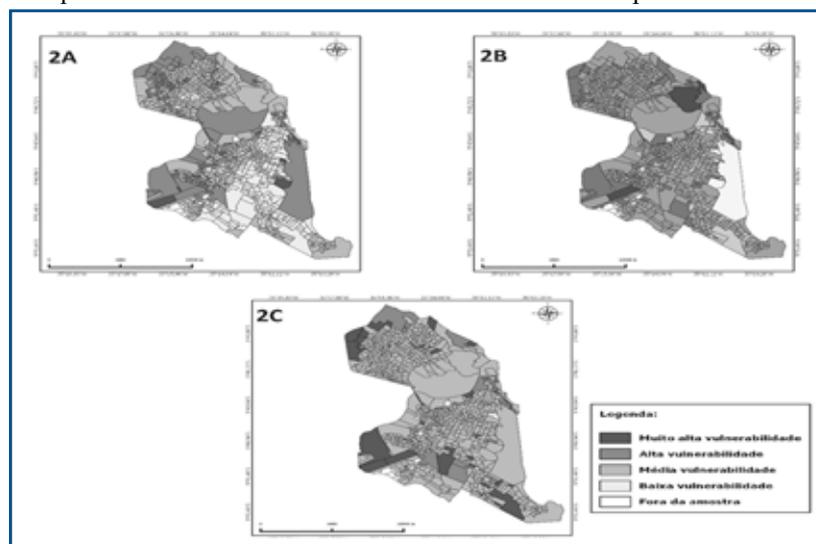


Figura 2: Mapa da Vulnerabilidade social do município de Natal por setores censitários. Figura 2A: Mapa de vulnerabilidade de acordo com o Fator 1; Figura 2B: Mapa de vulnerabilidade de acordo com o Fator 2; Figura 2C: Mapa de vulnerabilidade de acordo com o Fator 3. Natal-RN, 2016.

## ■ DISCUSSÃO

A análise das variáveis foi capaz de identificar a formação de três índices de vulnerabilidade, relativo às variáveis que representam distintamente o Capital humano, a infraestrutura urbana e os aspectos de Renda/trabalho. A distribuição espacial desses índices mostrou que existe uma significativa desigualdade nas condições socioeconômicas da população de Natal, principalmente relativo ao Índice de vulnerabilidade referente ao capital humano, que revelou a existência de áreas críticas na periferia dos distritos norte e oeste da cidade em oposição a áreas de baixa vulnerabilidade nos distritos sul e leste.

A vulnerabilidade sob a perspectiva dos determinantes sociais da saúde é um indicador composto que, por meio de variáveis socioeconômicas e de saneamento, analisa as características de grupos populacionais e visa descrever a sensibilidade da comunidade para os desafios da saúde e os recursos para mitigar os impactos negativos à saúde causados pelos riscos ambientais<sup>12</sup>. Esse tipo de análise foi utilizado em muitos estudos como subsídio para a identificação das pessoas que se encontram em processos de vulnerabilidade, a exemplo do estudo de Huang & London<sup>14</sup>, que desenvolveu o índice de risco ambiental cumulativo, a partir do Índice de vulnerabilidade social e do Índice de saúde em um distrito da Califórnia, Estados Unidos, e identificou áreas de alta concentração de risco.

No Brasil, índices sintéticos desse tipo têm sido produzidos por diversos atores, em especial por fundações estaduais de pesquisa e estatística, atendendo, em alguns casos, à demanda de gestores públicos, sendo incorporados às decisões sobre alocação de recursos e relativas ao desenho e à implementação de políticas públicas, a exemplo do “Índice Paulista de Vulnerabilidade Social” e do “Índice de Vulnerabilidade Social do Amazonas”, dois exemplos de estudos que utilizaram metodologia semelhante para identificar áreas de maior vulnerabilidade social, considerando também a distribuição espacial desse índice. Ambos os estudos examinaram as condições de vida da população não apenas sob a perspectiva da renda, mas também sobre a escolaridade, a saúde, as condições de inserção no mercado de trabalho, o acesso aos serviços prestados pelo Estado e as oportunidades de mobilidade social<sup>15,16</sup>.

Índices sintéticos são polêmicos e objetos de atenção, admiração e crítica. Não resta dúvida do sucesso e da atração exercida pelos índices sintéticos, especialmente por seu potencial de comunicação e por sua apropriação direta, facilitada pelos sempre controversos rankings, que ordenam as áreas geográficas, expondo suas fragilidades e seus “atrasos”, o que é feito, em geral, sem a mediação dos conceitos, das opções metodológicas e das visões de mundo que estão em sua base e na seleção dos indicadores que irão lhe conformar<sup>17</sup>.

Em que pesem as mais diversas limitações metodológicas, conceituais e inadequações de uso de Indicadores Sintéticos, não se pode deixar de reconhecer os efeitos positivos que a criação, proposição e uso dos mesmos tem gerado nas esferas técnicas e políticas no país. Nesses últimos 15 anos, a cultura de uso de indicadores sociais certamente se fortaleceu no país, conferindo

legitimidade de diversas naturezas aos Indicadores Sintéticos<sup>18</sup>.

No campo da Saúde coletiva, o conceito de vulnerabilidade de sistemas socioambientais vem sendo proposto no sentido de ampliar a interpretação dos atuais perfis epidemiológicos e possibilitar uma maior capacidade de resposta aos desafios advindos das mudanças nos contextos sociais e ambientais decorrentes do processo de desenvolvimento na sua conjuntura atual.

O principal problema ambiental global a ser enfrentado pela civilização do século XXI advém do seu próprio modelo de desenvolvimento, que alimentado pela força de suas contradições, gera, nas metrópoles dos países do Terceiro Mundo, uma modernização que atinge os espaços e a sociedade de forma desigual e seletiva, levando à marginalização de parte importante da população<sup>19</sup>. Com essa mesma conotação, nos países da América Latina, especialmente no Brasil, estudos recentes vêm reconstruindo os seus contornos nas áreas metropolitanas e discutindo como as transformações econômicas e sociais dos últimos anos têm agravado a intensidade e perversão da vulnerabilidade social e seu efeito sobre a saúde das populações.

Os resultados do presente estudo apontam os imensos espaços com aspectos negativos da condição de existir de uma significativa parcela da população no município de Natal. O grande número de famílias vivendo miseravelmente na periferia indica que o desenvolvimento das últimas décadas não foi suficientemente inclusivo ao ponto de gerar oportunidades de trabalho digno para os mais pobres da população.

O trabalho realizado pelo Observatório das Metrópoles, sobre a Vulnerabilidade Socioambiental das Regiões Metropolitanas Brasileiras, inclusive para a Região metropolitana de Natal, corrobora os achados do presente estudo. Essa publicação diz que existe uma área de alta vulnerabilidade social localizada nos bairros de Cidade Nova, Guarapes e Planalto (Oeste), e que áreas em situação social favorável (média baixa a baixíssima vulnerabilidade) estão localizadas nos bairros de Petrópolis/Tirol, Capim Macio e Candelária (Leste e Sul)<sup>20</sup>.

Considerando o Índice de Vulnerabilidade Ambiental, conforme descrito pelo estudo de Medeiros & Almeida<sup>21</sup>, as áreas mais vulneráveis do município estão situadas principalmente nas zonas norte e oeste da cidade de Natal, pois nestas localidades são encontradas feições geoambientais propícias para a ocorrência de riscos naturais. Analisando a distribuição desse índice, observa-se que estas áreas se sobrepõem às de maior Vulnerabilidade Social referidas pelo presente estudo.

A cidade de Natal se consolidou basicamente nos tabuleiros da formação de barreiras, além de neodunas, paleodunas, praias, planícies fluviais e flúvio-marinhas. A cidade não apresenta elevadas altitudes, porém o grau de declividade de algumas encostas traz riscos de deslizamentos de material inconsolidado principalmente dos depósitos sedimentares dunares, que por sua vez, são intensamente ocupados. Outro risco comum na capital potiguar são os alagamentos que acarretam vários prejuízos financeiros e danos à saúde de população exposta à água poluída e/ou contaminada<sup>21</sup>.

No Rio Grande do Norte, e particularmente na cidade de Natal, a migração e crescimento urbano foram determinados por uma variedade de situações estruturais (oferta de emprego, serviços de educação e saúde). Como consequência do fluxo migratório na década de 1990, o município experimentou uma taxa de crescimento populacional anual de 6,4 por cento, trazendo na sua esteira problemas sociais de toda natureza, desde a favelização à violência urbana, e o surgimento da dualidade Região Sul-rico e Região Norte-pobre, onde se localizam os extremos relacionados com qualidade de vida e habitabilidade<sup>22</sup>.

Essa afirmativa pode ser corroborada pela análise realizada por Araújo & Cândido<sup>9</sup> que pesquisaram a qualidade de vida nos bairros de Natal, utilizando indicadores de condições socioeconômicas e de infraestrutura urbana e ambiental. Os pesquisadores relataram que os bairros com menor qualidade de vida são os bairros de Nossa Senhora da Apresentação, Igapó, Lagoa Azul (distrito norte da cidade), e os bairros de Planalto, Felipe Camarão e Guarapes (Oeste da cidade). Os melhores índices foram obtidos pelos bairros do distrito sul da cidade.

As desigualdades socioespaciais são um problema inerente às metrópoles brasileiras, independente de localizar-se em regiões mais ricas ou mais pobres do país. No estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba-PR, a espacialização das áreas demonstrou claramente a existência de segregação socioespacial, e que, além disso, há uma estreita relação entre a localização espacial dos grupos que apresentam desvantagens sociais e aquelas áreas onde há o risco de ocorrer algum evento adverso, ou seja, populações socialmente vulneráveis se localizam em áreas ambientalmente vulneráveis<sup>19</sup>.

Semelhante achado foi observado no estudo realizado na região Metropolitana de Fortaleza-CE, que explicitou o predomínio de áreas de risco ambiental nas áreas de alta vulnerabilidade social, confirmando que os riscos ambientais afetam diretamente os socialmente mais vulneráveis, resultado de um processo de urbanização com características socioeconômicas e ambientais desiguais<sup>23</sup>.

Em metrópoles brasileiras como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba as parcelas mais pobres da população tendem a viverem próximas a lixões, aterros sanitários, áreas inundáveis, plantas industriais, entre outros, constituindo um quadro de injustiça ambiental. A escolha de moradia frente aos riscos ambientais geralmente está relacionada com a capacidade financeira dos grupos sociais. Se por um lado os grupos economicamente mais abastados podem abandonar áreas cujo ambiente oferece algum tipo de risco, por outro a camada populacional mais pobre não tem opção de saída destes espaços, fortalecendo o laço entre vulnerabilidade social e vulnerabilidade ambiental. Além da financeira, discriminações étnicas podem influenciar a concentração e segregação de determinados grupos populacionais em áreas de maior degradação e risco ambiental<sup>24</sup>.

Resultados semelhantes ao do presente estudo foram observados na pesquisa realizada por Carvalho & Barreto<sup>25</sup> que revelou a intensa segregação residencial de acordo com a condição social e de raça na cidade

de Salvador-BA. Os autores afirmam que a segregação residencial contribui significativamente para a reprodução das desigualdades raciais, na medida em que a concentração dos grupos mais pobres (majoritariamente negros) em grandes áreas homogêneas aumenta a gravidade dos seus problemas, com uma superposição de carências, uma deterioração das condições de vida e um estímulo a sentimentos de exclusão e desesperança, acentuando a desintegração social<sup>25</sup>.

Outro importante fenômeno social atrelado à vulnerabilidade das populações é a violência. Alguns autores defendem a hipótese de que o aumento do desenvolvimento humano (sobretudo com o aumento de renda e escolaridade) possa representar em longo prazo uma redução da violência, e em contrapartida, o aumento da violência é capaz de frear o desenvolvimento humano. O estudo de Winzer<sup>26</sup>, que analisou a relação entre desenvolvimento humano, desigualdade, proporção de pessoas pobres e violência nas unidades federativas brasileiras, mostrou que essa relação é complexa e que a diminuição de homicídios entre 1991 e 2009 resultou em melhores índices de IDHM no ano de 2010<sup>26</sup>.

A vulnerabilidade social é um importante conceito sintetizador, integrando as relações estruturais globais existentes nas sociedades com os níveis locais onde se concretizam as situações de risco. Entendendo que a mensuração da vulnerabilidade é difícil e pode ser feita por meio de diversos indicadores, o Índice Sintético de Vulnerabilidade Social, aqui apresentado, representa uma tentativa de medir e espacializar a vulnerabilidade social em Natal, devendo este passar por revisão, e a partir daí ser usado como base para a elaboração de um índice de vulnerabilidade social e ambiental que aborde outros aspectos relevantes.

Estes riscos e problemas socioambientais representam um grande desafio para as políticas públicas, que, na maioria das vezes, são compartimentalizadas segundo áreas de intervenção setorial. Neste sentido, este trabalho pode trazer subsídios relevantes para o planejamento de políticas públicas, ao identificar e caracterizar as áreas críticas, com alta vulnerabilidade social, as quais poderiam ser alvo de políticas focalizadas, obtendo-se resultados bastante significativos na redução da vulnerabilidade.

Seria de grande relevância que as políticas públicas que lidam com as situações de vulnerabilidade socioambiental (políticas de habitação, educação, saúde, saneamento e meio ambiente) fossem formuladas (e implementadas) conjuntamente e de maneira integrada, levando em conta a distribuição desigual destas situações no espaço urbano.

## ■ CONCLUSÃO

Neste trabalho, procurou-se operacionalizar a categoria vulnerabilidade social através da construção de indicadores sociais e econômicos na escala mais desagregada possível (setores censitários), utilizando métodos e técnicas de geoprocessamento. Para a identificação das áreas com alta vulnerabilidade social, foi utilizada uma metodologia para construir um indicador de vulnerabilidade para estas áreas, formado pela combinação

de variáveis de capital humano, infraestrutura e renda/trabalho.

Com relação aos resultados do presente trabalho, verificou-se que, no município de Natal existem diferenças significativas nas condições socioeconômicas e demográficas de sua população, fato que foi exposto através de índices de alta vulnerabilidade social relacionado, principalmente, ao capital humano.

Conclui-se que o município de Natal apresenta

áreas de elevada vulnerabilidade social, localizadas principalmente nas periferias dos distritos Norte e Oeste da cidade. A maior vulnerabilidade nessas áreas está atrelada ao elevado percentual de pessoas analfabetas, pardas, de crianças e jovens e de domicílios onde a renda média mensal é menor do que 1 salário mínimo, revelando a existência de áreas críticas, onde ocorre uma forte concentração de problemas e riscos sociais e ambientais.

## ■ REFERÊNCIAS

1. Ayres JRMC, França Júnior I, Calazans GJ, Saletti Filho HC. O conceito de vulnerabilidade e as práticas de saúde: novas perspectivas e desafios. In: Czeresnia D, Freitas CM. Promoção da saúde: conceitos, reflexões, tendências. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003; p. 117-39.
2. Alves HPF. Análise da vulnerabilidade socioambiental em Cubatão-SP por meio da integração de dados sociodemográficos e ambientais em escala intraurbana. *Rev Bras Estud Popul.* 2013; 30(2):349-66. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-30982013000200002>
3. Alves HPF. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. *Rev Bras Estud Popul.* 2006;23(1):43-59. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-30982006000100004>
4. Sánchez AIM, Bertolozzi MR. Pode o conceito de vulnerabilidade apoiar a construção do conhecimento em Saúde Coletiva?. *Ciênc Saúde Coletiva.* 2007;12(2):319-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232007000200007>
5. Bertolozzi MR, Nichiata LYI, Takahashi RF, Ciosak SI, Hino P, Val LF, et al. Os conceitos de vulnerabilidade e adesão na Saúde Coletiva. *Rev Esc Enferm USP.* 2009;43(spe 2):1326-30. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0080-62342009000600031>
6. Monteiro SRDRP. O marco conceitual da vulnerabilidade social. *Soc Debate.* 2011;17(2):29-40.
7. Cunha JMP, Jakob AA, Hogan DJ, Carmo RL. A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas. In: Cunha JMP. *Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação.* Campinas: Unicamp, 2006; p.143-68.
8. Cunha JMP. Um sentido para a vulnerabilidade sociodemográfica nas metrópoles paulistas. *Rev Bras Estud Popul.* 2004;21(2):343-7.
9. Araújo MCC, Cândido GA. Índices de qualidade de vida urbana de Natal-RN. *Geoconexões.* 2015;1(1):51-66. DOI: <https://doi.org/10.15628/geoconexoes.2015.2836>
10. Organização Mundial de Saúde (OMS). *Atenção primária em saúde: Agora mais do que nunca.* Genebra: WHO, 2008.
11. Dahlgren G, Whitehead M. *Policies and Strategies to promote social equity in health.* Stockholm: Institute for Future Studies; 1991.
12. Schumann LRMA, Moura LBA. Índices sintéticos de vulnerabilidade: uma revisão integrativa de literatura. *Ciênc Saúde Coletiva.* 2015;20(7):2105-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232015207.10742014>
13. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicada (IPEA). *Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros.* Brasília: IPEA, 2015.
14. Huang G, London JK. Cumulative Environmental Vulnerability and Environmental Justice in California's San Joaquin Valley. *Int J Environ Res Public Health.* 2012; 9(5):1593-1608. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph9051593>
15. Assembleia Legislativa. *Índice Paulista de Vulnerabilidade Social.* São Paulo: Fundação SEADE; 2013.
16. Governo do Estado do Amazonas. Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico Sustentável e Inclusão Social (DESI). [cited 2016 Dec 28] Available from: <http://desis.ufsc.br/files/2016/12/Caderno-05.pdf>
17. Costa MA, Marguti BO, Pirani NC. O Território em índices: a experiência do Ipea na construção do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) e a possibilidade de novos olhares sobre diferentes escalas do território. *Bol Reg Urbano Ambiental.* 2016;(13):11-19.

18. Guimarães JRS, Jannuzzi PM. Indicadores sintéticos no processo de formulação e avaliação de políticas públicas: limites e legitimidades. [cited 2018 Sep 25] Available from: <http://www.ernestoamaral.com/docs/IndSoc/biblio/Guimaraes2004.pdf>
19. Deschamps MV. Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Parana. Curitiba: 2004.
20. Deschamps MV, Delgado PR, Sugamoto M, Cintra APU, Ignácio SA, Rodrigues JM, et al. Vulnerabilidade socioambiental nas regiões metropolitanas brasileiras. [cited 2018 Sep 25] Available from: [http://www.observatoriodasmetroplitas.ufrj.br/relatorio004\\_2009.pdf](http://www.observatoriodasmetroplitas.ufrj.br/relatorio004_2009.pdf)
21. Medeiros MD, Almeida LQ. Vulnerabilidade socioambiental no município de Natal, RN, BR. *Rev Eletrôn PRODEMA*. 2015;9(2):65-79.
22. Silva AF. Migração e crescimento urbano. Uma reflexão sobre a cidade de Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. [cited 2018 Sep 25] Available from: <http://www.ub.edu/geocrit/sn-94-74.htm>
23. Costa MCL, Dantas EWC. Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Fortaleza. Fortaleza: UFC, 2009.
24. Cartier R, Barcellos C, Hübner C, Porto MF. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. *Cad Saúde Pública*. 2009;25(12): 2695-2704. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2009001200016>
25. Carvalho IMM, Barreto VS. Segregação residencial, condição social e raça em Salvador. *Cad Metrôpole*. 2007;(18):251-73. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/8737>
26. Winzer L. The relationship between the Municipal Human Development Index and rates of violent death in Brazilian Federal Units. *J Hum Growth Dev*. 2016;26(2):211-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.119275>

## Abstract

**Introduction:** The concept of vulnerability describes the coexistence, cumulativeness or spatial superposition of poverty, social deprivation and exposure to situations of environmental risk, where there is exposure to risk, incapacity of reaction and difficulty in adapting in the face of risk materialisation.

**Objective:** Evaluate the spatial distribution of Social Vulnerability Risk at a census sector level for the municipality of Natal, Northeast Brazil.

**Methods:** Ecological study that utilised the 895 census sectors of the municipality of Natal. Principal component analysis was applied with eight variables related to human capital, urban infrastructure, income and work, obtained from the 2010 demographic census. The result was categorised from the Z score and the obtained classification was used to build the map. The programs SPSS 22.0 and QGIS 2.8 were employed.

**Results:** Bartlett's test for sphericity obtained  $p < 0.05$ , and KMO was 0.769. Communalities presented factor loadings over 0.60. Application of the analysis to the model enabled the extraction of three factors: Factor 1 (related to human capital), Factor 2 (Income and Work), and Factor 3 (Urban infrastructure), explaining jointly 71.56% of total variance. Factor 1 was the one that best described vulnerability in the municipality of Natal, showing areas of low vulnerability in the neighbourhoods of the South and East districts, and high vulnerability in the peripheral zones of West and North. For Factors 2 and 3, most sectors were classified within the range considered as intermediate vulnerability.

**Conclusion:** In the municipality of Natal, there are significant differences in the socioeconomic and demographic conditions of the population, with certain areas experiencing concentrated social and environmental risks.

**Keywords:** social vulnerability, factor analysis, spatial analysis, inequalities.

©The authors (2019), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.