REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA ISSN: 1982-5528
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br Fortaleza, BRA

VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE NATAL, RN, BR

Social and environmental vulnerability in Natal municipality, RN, BR

Marysol Dantas de Medeiros[1]; Lutiane Queiroz de Almeida[2]

RESUMO:

A cidade de Natal/RN apresenta áreas de riscos devido à ocupação de espaços que apresentam limitações legais e/ou físico-naturais além da falta de organização urbana, aumentando a vulnerabilidade da população nelas residentes. A pesquisa teve como objetivo mapear as áreas de vulnerabilidade social e os riscos naturais em Natal, levando-se em consideração as inter-relações entre as vulnerabilidades sociais e a exposição diferenciada aos riscos naturais. Conforme a metodologia utilizada para elaboração do Índice de Vulnerabilidade Ambiental a classificação das áreas de risco e o grau de vulnerabilidade destas se deram a partir dos processos morfodinâmicos; e para organização do Índice de Vulnerabilidade Social fez-se uma análise multifatorial valendo-se de dados que denotassem desvantagem social em nível do setor censitário. Em seguida, com a sobreposição destes dois índices, elaborou-se o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental. Esta pesquisa espacializou as áreas de risco indicando qual o grau de vulnerabilidade dos indivíduos potencialmente expostos ao perigo natural.

Palavras Chave: Risco; Índice de Vulnerabilidade; Natal/RN.

ABSTRACT:

The city of Natal / RN presents risk areas due to the occupation of spaces that have legal restrictions and / or physical-natural and the lack of urban development, increasing vulnerability of the population living in them. The research aimed to map the areas of social vulnerability and natural hazards in Natal, taking into account the interrelationships between social vulnerabilities and exposure to different natural hazards. According to the methodology used to prepare the Environmental Vulnerability Index the classification of risk areas and the degree of vulnerability of these made themselves from the morphodynamic processes; and organization of the Social Vulnerability Index became a multifactorial analysis drawing on data that observing the presence of social disadvantage in the census tract level. Then, with the overlap of these two indices, it elaborated the Environmental Vulnerability Index. This research spatialized risk areas indicating the degree of vulnerability of individuals potentially exposed to natural hazard.

Keywords: Risk; Vulnerability Index; Natal / RN.

[1] Ms. em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande de Norte UFRN. marysol.dantas@hotmail.com
[2] Dr. Prof. Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN. lutianealmeida@hotmail.com

INTRODUÇÃO

As cidades são o lócus para a instalação de territórios de riscos (ALMEIDA, 2010) e de vulnerabilidades, tendo em vista que a tendência da população mundial é de, cada vez mais, habitar as áreas urbanas. Isto é observado, sobretudo, em países em desenvolvimento, a exemplo da Índia e China e aqueles que compõem a América Latina e África, nos quais não suportam mais o exacerbado contingente populacional que é atraído por diversos fatores, entre eles, a busca por emprego e a esperança de uma melhor qualidade de vida.

Não encontrando áreas adequadas para a instalação de moradias, muitos se veem obrigados a residirem em locais que possuem uma dinâmica natural intensa e que, por este motivo, são renegadas pela especulação imobiliária. Corroborando com esta ideia, Almeida (2010), descreve que 25% da população mundial habita áreas de riscos naturais, sobretudo, aquela de elevada vulnerabilidade, uma vez que, há alçados índices de pobreza, segregação/discriminação e carência de representação política, que impedem o processo de desenvolvimento.

Na capital potiguar, por várias décadas, a população mais carente da cidade habita áreas inapropriadas à construção, com a ocupação de encostas íngremes, campos de dunas, margens dos rios e áreas de mangue, que são ambientes de fortes restrições quanto ao uso.

O desigual acesso a aquisição do solo urbano devido às condições impostas pelos processos sociais de produção acabam destinando as populações mais pobres a se instalarem em áreas impróprias à ocupação, como os sopés das dunas, baixios aladadiços, ou em porções da cidade sem a presença de infraestrutura urbana adequada (pavimentação, coleta de lixo, iluminação, serviços de saúde e transporte públicos), refletindo espacialmente em um padrão de ocupação urbana com áreas socialmente segregadas.

Não só o local da habitação deve ser levado em consideração, mas este fator atrelado à pobreza faz com que os indivíduos estejam mais sujeitos a usufruírem de poucos meios de infraestruturas básicas necessárias para sua segurança, o que agrava ainda mais a formação de territórios de riscos.

Na periferia da cidade e em outras regiões onde é notória a falta de salubridade das moradias e é constante a degradação ambiental, diversos são os transtornos ocasionados por perigos naturais, que culminam, na maioria dos casos em prejuízos financeiros, principalmente às famílias atingidas, sendo assim, caracterizam territórios com alto potencial para riscos socioambientais.

Chambers (2006) ressalta que a pobreza torna os indivíduos mais vulneráveis, pelo fato de que a mesma reduz as possibilidades de escolhas desta população, o que motiva os grupos socialmente segregados a instalarem-se em áreas de alta vulnerabilidade ambiental. É também por este motivo que países com baixos indicadores sociais registram elevados índices de perdas humanas quando enfrentam um fenômeno natural potencialmente danoso, que em muitos casos, não são necessariamente extremos, como diz Chardon (p. 6, 1998) "La pobreza incrementa la vulnerabilidad a los riesgos y las catástrofes incrementan la pobreza".

A cidade de Natal (figura 01) se consolidou basicamente nos tabuleiros da formação 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.



Figura 01 - Localização de Natal/ RN.

Contudo, há mecanismos na legislação que visam à ocupação do solo urbano de maneira ordenada e segura. A nível municipal, o Plano Diretor é o documento responsável por ditar as regras de uso e ocupação do espaço da cidade garantindo a política de desenvolvimento sustentável do município, orientando os agentes públicos e privados na atuação da produção e gestão do espaço urbano. Assim, o Plano Diretor da cidade de Natal, no Capítulo III, artigo 6º, parágrafo V, define como áreas de risco:

> Área passível de ser atingida por processes naturais e/ou antrópicos que causem efeitos adversos, situada em vertentes e em torno destas, áreas suscetíveis de inundação e/ou alagamento, baixios topográficos, faixas de domínio de linhas ferroviárias, faixas de servidão de linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão, áreas sobre linhas de canalização de gás, flancos dunares e adjacências, encostas e áreas de instabilidade sujeitas a desabamentos e/ou soterramentos (Natal, 2009).

Com a realização de mapeamentos de áreas de risco de um determinado território, tem-se a oportunidade de identificar o tipo de risco, a espacialização e o grau de vulnerabilidade deste, ou seja, é possível auferir informações necessárias para o planejamento de tais áreas respondendo a importantes questionamentos, tais como: Qual o risco? Quem está vulnerável? Qual o grau de vulnerabilidade?

Dessa maneira, o objetivo deste artigo foi o mapeamento das áreas de vulnerabilidade social à exposição aos riscos naturais na cidade de Natal, levando-se em consideração as inter-relações entre as vulnerabilidades sociais e a exposição diferenciada aos riscos naturais. Para tanto, foi necessário estabelecer, segundo a metodologia empregada, o grau de vulnerabilidade social e de vulnerabilidade ao perigo natural no qual os indivíduos estão expostos, visando estabelecer a relação sociedade/ riscos.

O termo risco está relacionado à probabilidade da ocorrência de um evento potencialmente danoso, na qual envolve a percepção dos indivíduos expostos e suas vulnerabilidades frente ao perigo. Seguindo a definição de Veyret (2007) o risco é a "percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele" (VEYRET, 2007, p. 24).

Embora o termo "vulnerabilidade" apresente diferentes definições, para este estudo, a vulnerabilidade seria a mensuração da capacidade de cada indivíduo para preparar-se, lidar, resistir quando exposto a um perigo. "A vulnerabilidade mede os impactos danosos do acontecimento sobre os alvos afetados" (VEYRET, 2007, p. 24). Também comungando da definição de Blaikie et al (1994), que leva em consideração as características do indivíduo ou grupo para antecipar-se, lidar, resistir e recuperar-se de uma situação de risco.

> *By vulnerability we mean the characteristics of a person or group and their situation that influence their capacity to anticipate, cope with, resist and recover from the impact of a natural hazard (an extreme natural event or process). [...] Some groups are more prone to damage, loss and suffering in the context of different hazards (BLAIKIE et al, 1994, p. 11).*

Este trabalho está relacionado às análises referentes à sobreposição de áreas que apresentam elevada vulnerabilidade social e ambiental (MENDONÇA, 2011). Alves (2009) define vulnerabilidade socioambiental como sendo "a coexistência ou sobreposição espacial entre grupos populacionais muito pobres e com alta privação (vulnerabilidade social) e áreas de risco ou degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental); é justamente a combinação dessas duas dimensões – social e ambiental" (ALVES, 2009, p. 82).

METODOLOGIA

Para a análise das áreas socialmente vulneráveis da cidade de Natal, foi elaborado um índice de vulnerabilidade social (IVS) a partir da adaptação da metodologia usada no Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (SEADE, 2008), que utilizou dados sociais, econômicos e de infraestrutura obtidos do Censo demográfico 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, no qual tem o setor censitário como a menor unidade espacial de análise.

Assim, por meio da utilização de programas de sistemas de informações geográficas e geoprocessamento de dados, as informações referentes aos 895 setores censitários puderam ser espacializadas. Foram selecionadas variáveis que levam em consideração renda, gênero, idade, escolaridade, infraestrutura da moradia e dos logradouros.

A construção do Índice de Vulnerabilidade Social incidiu na utilização da técnica de análise multivariada, que agrupa diversas variáveis, na qual resultou na redução das 21 variáveis em apenas 6 fatores, sendo esta técnica chamada Análise Fatorial. O resultado desta compilação das variáveis nos 6 fatores de vulnerabilidade social podem ser observados no quadro 01. A partir desta análise, foram obtidas as estimativas dos fatores para cada setor.

Com a sobreposição dos seis fatores foi possível realizar um mapeamento dos setores censitários com maiores índices de vulnerabilidade social na cidade de Natal. A partir da utilização do programa de Geoprocessamento ArcGIS 9.3 foi possível formar grupos que guardam semelhanças quanto a vulnerabilidade social por setores, usando-se o método estatístico Natural Breaks, já que este mostrou resultados mais próximo a realidade. Assim, os dados foram divididos em seis classes que vão desde a vulnerabilidade social muito baixa, abrangendo os setores com os melhores indicadores sociais, à vulnerabilidade social muito alta, representando os setores censitários com os piores indicadores sociais (ver figura 03).

Quadro 01 - Variáveis que compõem cada fator do ivs

FATORES	VARIÁVEIS
Características gerais dos moradores	Mulher responsável por domicílio com 5 moradores ou mais
	Responsável do sexo feminino com rendimento mensal até 2 salários mínimos
	Domicílios com mais de 6 moradores
	Domicílio com rendimento mensal per capita até 2 salários mínimos
	Crianças de 0 a 9 anos de idade
	Analfabetos por setor censitário
	Domicílios sem abastecimento de água canalizada.
	Responsáveis do sexo feminino
	Responsáveis de 10 a 19 anos de idade
Característica do entorno dos domicílios	Domicílios em logradouros sem pavimentação
	Domicílios em logradouros com acumulo de lixo
	Domicílios em logradouros com esgoto a céu aberto
	Domicílios com banheiro sem esgotamento sanitário adequado
	Crianças de 0 a 9 anos de idade
	Domicílio com rendimento mensal per capita até 2 salários mínimos
	Analfabetos por setor censitário
	Domicílios em logradouros sem bueiros/boca-de-lobo
Infraestrutura dos domicílios	Domicílios sem banheiro
	Domicílios sem coleta de lixo
	Domicílios do tipo casa em outra condição (terrenos invadidos)
	Domicílios sem energia elétrica ou com ligações clandestinas
Domicílio sem morador do sexo masculino e entorno sem sistema de escoamento pluvial	Domicílios sem morador do sexo masculino
	Responsáveis do sexo feminino
	Domicílios em logradouros sem bueiros/boca-de-lobo
Domicílios em logradouros sem iluminação pública	Domicílios em logradouro sem iluminação pública
Domicílios improvisados	Domicílios improvisados.

A elaboração do índice de vulnerabilidade ambiental (IVA) foi fundamentada na metodologia de Crepani (2001), que utiliza o conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), cujas áreas aonde a morfogênese prevalece os processos erosivos sobressaem e, por conseguinte, modificam o relevo; em contrapartida a pedogênese favorece a formação dos solos. Assim, a ação dos processos morfogenéticos nos ambientes é maior onde predomina a morfogênese, sendo muito mais instáveis do ponto de vista da dinâmica natural.

A metodologia propõe uma análise dos aspectos físicos da área por meio de mapas temáticos que abarcam informações pedológicas, geológicas, geomorfológicas, pluviométricas, fitogeográficas e de uso do solo, com seus respectivos graus de vulnerabilidade, cuja sobreposição resultou no mapa da vulnerabilidade ambiental.

O autor da metodologia propõe valores de vulnerabilidade à perda de solos de acordo com a susceptibilidade que cada elemento possui para o desenvolvimento da morfogênese. Portanto, faz-se necessário apenas consultar as tabelas pré-definidas que foram propostas pelo autor.

De acordo com a susceptibilidade de ocorrência dos processos morfodinâmicos são atribuídos valores de vulnerabilidade que variam de 1,0 a 3,0. Nas áreas com valores próximos a 1,0 prevalecem os processos de pedogênese e naquelas cujo valor é mais próximo de 3,0 os processos de morfogênese, denotando mais intensidade aos riscos.

A tabela a seguir (tabela 01) resume os 21 valores nas quais as áreas podem ser classificadas, e como serão identificadas no mapa de vulnerabilidade de acordo com a cor correspondente ao grau de vulnerabilidade.

Na metodologia de Crepani é adotada uma média aritmética contendo cinco elementos que são: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e clima. Entretanto, o Uso do Solo não é considerado no cálculo sendo apenas sobreposto ao mapa resultante das informações do cálculo obtido pela média aritmética. Vale salientar que esta metodologia foi pensada para o mapeamento de áreas de risco na Amazônia, aonde não há uma densidade urbana considerável, desta forma, para este trabalho, foi necessário adaptar a metodologia para áreas urbanas, assim o tema vegetação passa a agregar a cobertura vegetal mais a ocupação do solo, pois o recorte espacial em foco apresenta áreas de forte influência antrópica.

A preparação do Índice de Vulnerabilidade Ambiental resultou da sobreposição dos mapas temáticos de cada componente da paisagem. Para tanto, utilizou-se a ferramenta *Field Calculator*, do programa SIG Arcgis 9.3, no qual realizou a média aritmética da interseção dos polígonos contendo dados dos cinco temas.

Tabela 01 - Escala de vulnerabilidade para unidades da paisagem.

Unidades de Paisagem	Média		Grau de Vulnerabilidade	Grau de saturação			
				Verm.	Verde	Azul	Cores
U1		3,0	Vulnerável	255	0	0	
U2		2,9		255	51	0	
U3		2,8		255	102	0	
U4	V	2,7		255	153	0	
U5	U	2,6	Moderadamente Vulnerável	255	204	0	
U6	L	2,5 E		255	255	0	
U7	N	2,4 S		204	255	0	
U8	E	2,3 T		153	255	0	
U9	R	2,2 A	Medianamente Estável/ Vulnerável	102	255	0	
U10	A	2,1 B		51	255	0	
U11	B	2,0 I		0	255	0	
U12	I	1,9 L		0	255	51	
U13	L	1,8 I		0	255	102	
U14	I	1,7 D	Moderadamente Estável	0	255	153	
U15	D	1,6 A		0	255	204	
U16	A	1,5 D		0	255	255	
U17	D	1,4 E		0	204	255	
U18	E	1,3	Estável	0	153	255	
U19		1,2		0	102	255	
U20		1,1		0	51	255	
U21		1,0		0	0	255	

Fonte: CREPANI, 2001.

A metodologia empregada para a produção do índice de vulnerabilidade socioambiental (IVSA) consistiu não apenas na sobreposição dos dados sociais e naturais, mas, sobretudo, no cruzamento destes através de uma matriz de correlação que pode ser vista na figura 02.

Para o IVS foram listadas seis classes de vulnerabilidade que são: muito alta, alta, média alta, média baixa, baixa e muito baixa. Já para o IVA foram estabelecidas cinco classes, entretanto, a cidade de Natal não apresentou áreas com vulnerabilidade ambiental muito baixa ou baixa, sendo necessário fazer o cruzamento das seis classes de vulnerabilidade social com três classes do índice de vulnerabilidade ambiental que são: média vulnerabilidade, alta e muito alta vulnerabilidade.

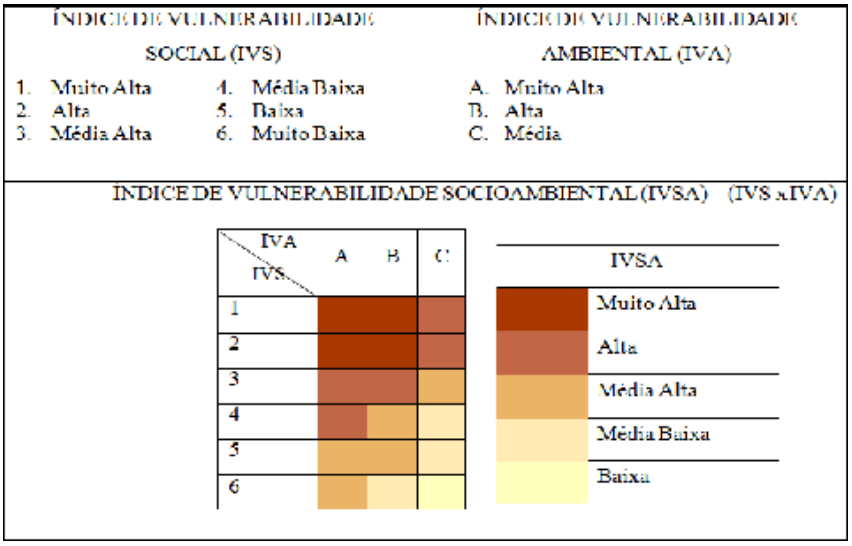

Figura 02 - Metodologia de elaboração da legenda para o mapa de vulnerabilidade socioambiental.
Fonte: MEDEIROS, 2014.

Utilizando a ferramenta *Field Calculator* do programa ArcGis 9.3 e a partir dos princípios da lógica booleana com o uso da operação AND ou E, foi possível a realização da álgebra dos mapas temáticos com cruzamento dos polígonos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando a figura 03, que traz a espacialização do índice de vulnerabilidade social para a cidade de Natal, pode-se vislumbrar que há poucos setores censitários classificados como sendo de muito alta vulnerabilidade social, totalizando apenas 11, perfazendo uma área total de 417.469m², o que corresponde a 1% do total de setores cencitários.

A princípio, áreas conhecidas da capital potiguar com altos padrões de renda estão assinaladas com valores de vulnerabilidade social entre "Média a Alta" a "Muito Alta". Todavia, deve-se salientar que a vulnerabilidade social não consiste apenas na mensuração das características diretamente ligadas aos indivíduos, sequer deve-se orientar-se apenas pela renda dos moradores. Dessa maneira, as qualidades que concernem às infraestruturas dos quais os indivíduos estão inseridos também são considerados de fundamental importância para a mensuração da vulnerabilidade social, tendo em vista que equipamentos urbanos precários podem colocar em situação de risco pessoas de classes sociais mais elevadas.

Apesar da capacidade de resiliência das classes sociais com maiores rendimentos serem superior, a exposição ao perigo também é elevada neste caso. Além disso, os limites dos setores censitários não coincidem necessariamente com os limites das comunidades mais carentes. Isso, aliado ao fato de que a cidade apresenta espaços contíguos de profunda desigualdade social fez com que, em um mesmo setor censitário, houvesse domicílios de baixa vulnerabilidade social com domicílios de alta vulnerabilidade que, quando juntos, fizeram refletir num padrão de vulnerabilidade social mediano.

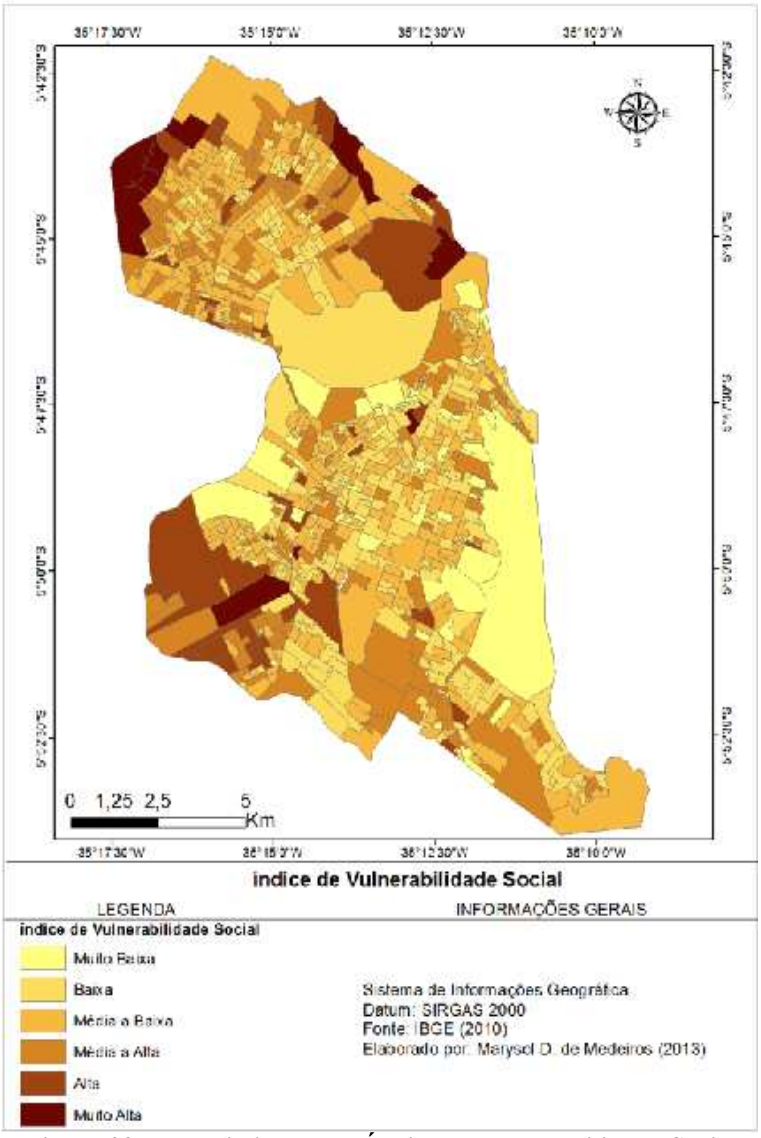

Figura 03 - Espacialização do Índice de Vulnerabilidade Social. Fonte: MEDEIROS, 2014.

Os 11 setores censitários com muito alta vulnerabilidade social englobam 2% da população natalense, ou seja, aproximadamente 16.425 habitantes enfrentam adversidades ligadas à falta de renda, educação, infraestrutura urbana ou precariedade na moradia. Soma-se a esse contingente os 7% da população com alta vulnerabilidade social, isto é, aproximadamente mais 55. 630 habitantes, perfazendo um total de 72.055 habitantes com elevada vulnerabilidade social. A seguir, a tabela 02 resume a quantidade de população agrupada em classes de vulnerabilidade social.

A partir da metodologia utilizada para elaboração do Índice de Vulnerabilidade Social foi possível notar que a distribuição dos setores censitários com maiores níveis de vulnerabilidade social deu-se basicamente entre os bairros localizados nas zonas oeste e norte da cidade, sendo preponderantes para este resultado as condições econômicas dos moradores e a falta de infraestrutura tanto dos domicílios quanto dos logradouros.

Os setores com elevada vulnerabilidade social nas zonas leste e sul de Natal apresentaram fatores ligados à carência de sistema de escoamento pluvial e gênero, tendo em vista que contam com domicílios sem presença masculina e localizados em logradouros sem sistema de drenagem das águas da chuva.

Tabela 02 - Correlação entre os grupos do Índice de Vulnerabilidade Social e os números dos setores censitários correspondentes e sua respectiva população

Grupo	Setores Censitário		População		Índice de Vulnerabilidade Social
	Abs.	**%**	**Abs.**	**%**	
1	11	1	16.425	2	Vulnerabilidade Social Muito Alta
2	42	5	55.630	7	Vulnerabilidade Social Alta
3	166	18	189.111	24	Vulnerabilidade Social Média a Alta
4	328	36	323.272	40	Vulnerabilidade Social Média a Baixa
5	279	31	200.189	25	Vulnerabilidade Social Baixa
6	84	9	19.112	2	Vulnerabilidade Social Muito Baixa
Total	910	100%	803.739	100%	

Fonte**:** MEDEIROS, 2014.

Com a análise do mapa de vulnerabilidade ambiental (figura 04) percebe-se que os valores variam entre média a muito alta, sendo as áreas classificadas com média vulnerabilidade aquelas onde a ocupação urbana é menor ou inexistente.

O mapa de vulnerabilidade ambiental para a cidade de Natal apresentou valores elevados tendo em vista que o substrato no qual a cidade se desenvolveu é composto basicamente por material inconsolidado e de fácil transporte, sobretudo eólico. Por um lado, o terreno arenoso facilita a infiltração da água evitando o acúmulo superficial; todavia, o crescimento urbano da cidade impermeabilizou áreas que outrora eram formadas por dunas.

Os maiores valores de vulnerabilidade estão dispostos nas encostas das dunas, pois apresentam processos morfogenéticos intensos devido não apenas ao tipo de material que constitui estas feições, mas ao elevado grau de declividade que apresentam, tornando-os ambientes extremante instáveis e formando áreas vulneráveis a deslizamentos do material friável. Muitos domicílios são encontrados nesta situação de risco, principalmente nos bairros de Cidade Nova, Planalto, Felipe Camarão, Guarapes e Mãe Luiza, pois estão localizados nas vertentes das dunas, fazendo com que na maioria dos casos haja a retirada da vegetação para dar lugar a construções irregulares.

Aliado a este fator, o solo urbano é intensamente impermeabilizado e, no caso de Natal, são poucos os logradouros que contam com sistema de drenagem pluvial, e destes, muitos estão obstruídos pelo acúmulo de lixo, ou com ligações clandestinas de esgotos.

A quantidade de lagoas dispostas na cidade e as baixas cotas altimétricas fazem com que haja a ocorrência de vários pontos de alagamentos. Além disso, a maioria das lagoas da cidade são intermitentes, fazendo com que muitas sejam aterradas nos períodos secos para expansão de espaços destinados à construção civil, aumentando, sobremaneira o acúmulo de águas superficiais.

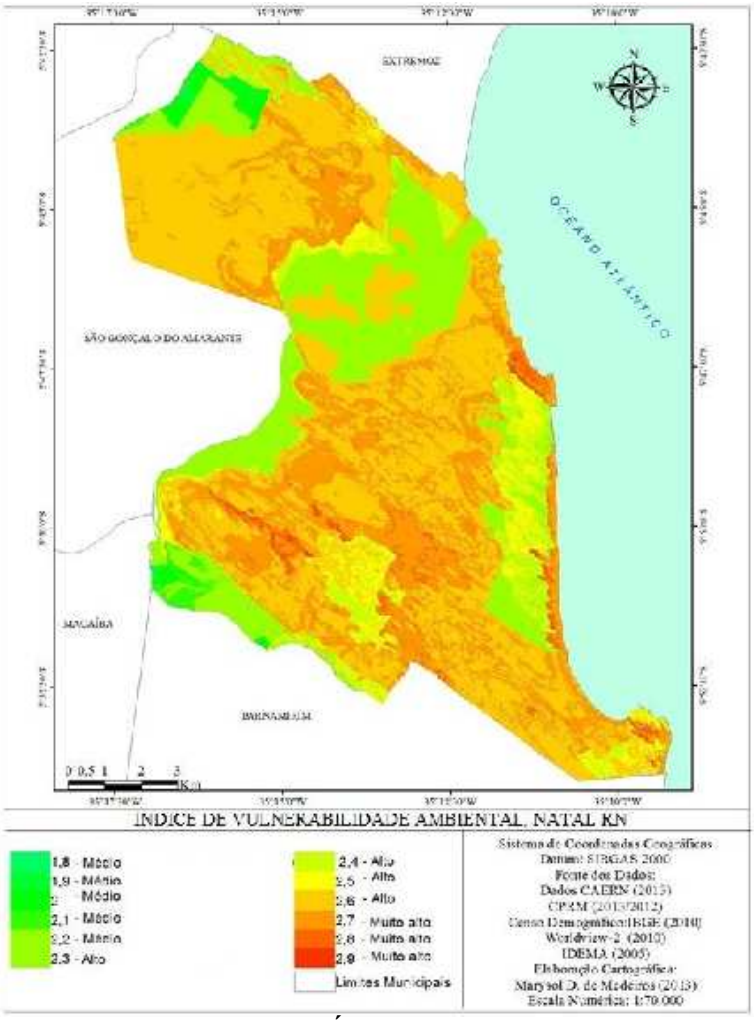

Figura 04: Espacialização do Índice de Vulnerabilidade Ambiental. Fonte: MEDEIROS, 2014.

A sobreposição dos índices de vulnerabilidade social e ambiental resultou no índice de vulnerabilidade socioambiental. Esta metodologia apresentou resultados satisfatórios, tendo em vista que muitas áreas da cidade com alta vulnerabilidade socioambiental foram confirmadas quando realizados os campos de reconhecimento da área.

Como podem ser observadas na figura 05, diversas áreas da cidade já conhecidas por exibir episódios recorrentes de alagamentos, deslizamentos ou inundações obtiveram valores de vulnerabilidade socioambiental elevada. Todavia, áreas precárias de infraestrutura urbana e com população mais carente também trouxeram altos valores de vulnerabilidade socioambiental.

As principais áreas de vulnerabilidade socioambiental 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.

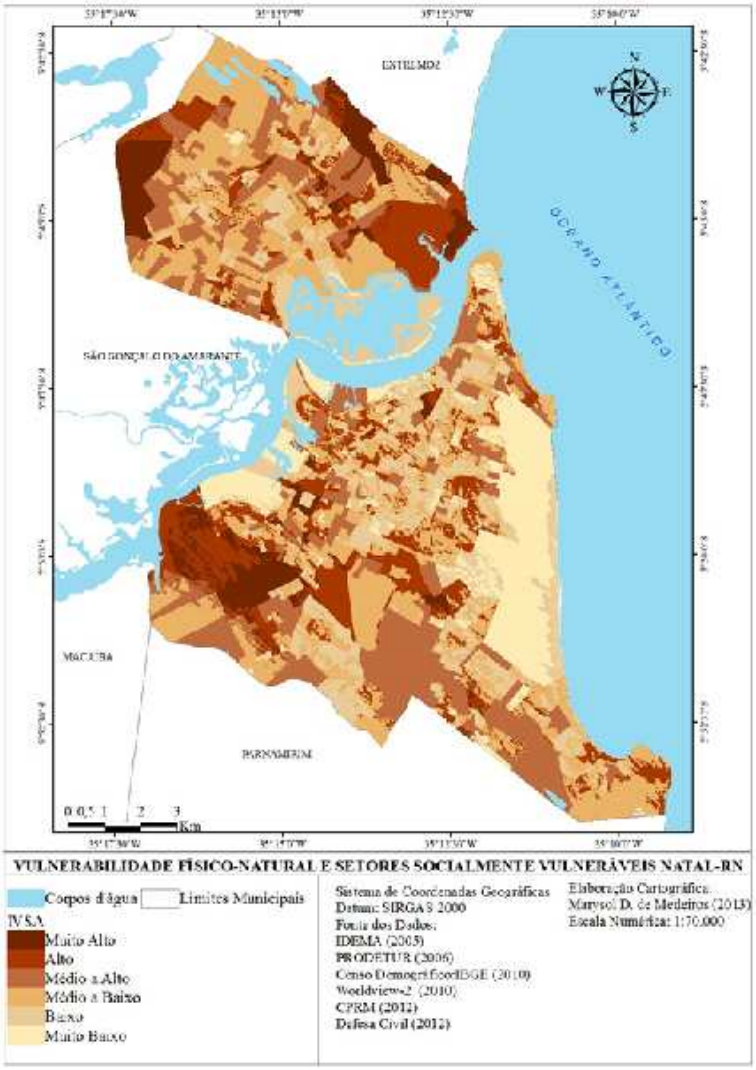

Figura 05: Vulnerabilidade socioambiental. Fonte: MEDEIROS, 2014.

Na região Norte, mais precisamente no bairro da Redinha, há ocupação irregular das neodunas por comunidades com condições sociais adversas, assim é comum o soterramento de casas pela areia. Já nos bairros de Guarapes, Planalto, Felipe Camarão, Cidade Nova e Cidade da Esperança (na zona oeste), as paleodunas têm sua cobertura vegetal retirada para dar lugar a construções de casas modestas; como também no bairro de Mãe Luiza (região leste). Geralmente estas ocupações irregulares coincidem com as bordas das Zonas de Proteção Ambiental (ZPA). Assim, em períodos secos, os ventos, aliados a altitude elevada e declividade das dunas propiciam o transporte dos grãos de areia pela vertente das destas causando vários transtornos como soterramento e desmoronamento de casas como pode ser observado na imagem a seguir (Figura 06).

Em períodos de pluviosidade mais intensa (na cidade de Natal entre os meses de abril a julho), que satura o solo, juntamente com o uso inadequado (com cortes irregulares do terreno, estruturas sem fundação adequada e retirada da cobertura vegetal), é comum ocorrerem rachaduras profundas nas paredes das residências, comprometendo a segurança das construções e, muitas vezes, gerando deslizamentos de terra, como os observados no bairro de Mãe Luiza em junho 2014.



Figura 06 - Imagens de casas sendo soterradas por dunas na cidade de Natal/ RN. Esquerda: Casas na comunidade Baixa do Cão (bairro de Cidade Nova) ocupando irregularmente sopé de duna que compõe a Zona de Proteção Ambiental 01. Direita: Casas ocupando vertente de dunas no bairro de Cidade Nova. Fonte: MEDEIROS, 2014.

Já em áreas de topografia rebaixada, como margens de rios e lagoas, quando em épocas de fortes chuvas, é comum ocorrer inundações. As margens do Rio Doce na zona norte da cidade vem sendo ocupada de forma mais intensa e, a retirada da mata ciliar acarreta o assoreamento deste rio tornando-o mais raso e, consequentemente, quando o volume de água no sistema aumenta, todas as construções circunvizinhas são inundadas. O mesmo ocorre na comunidade do Passo da Pátria na zona leste da cidade, aonde a proximidade das construções, o acúmulo de lixo e entulho no Canal do Baldo propiciam o extravasamento das águas. Já o Riacho das Lavadeiras na zona oeste, atualmente canalizado, com a impermeabilização do solo nas áreas que o circundam favorece a concentração de águas pluviais e, com isso pode acarretar inundações.

As áreas ao redor das lagoas naturais ou das grandes lagoas artificiais (lagoas de captação construídas para a convergência de águas pluviais que escoam superficialmente) também obtiveram alta vulnerabilidade socioambiental, sobretudo, as áreas próximas às lagoas dos bairros de Neópolis, Nova Descoberta, Ponta Negra e Cidade da Esperança devido o elevado grau de ocupação urbana no entorno das mesmas.

O manguezal que recobre o estuário do Rio Potengi também é alvo da expansão urbana, no qual, há o aterramento inapropriado desse ecossistema, aonde, por vezes, é possível detectar a presença de lixo como material utilizado para o seu aterramento. Construções nessas condições estão sujeitas a acomodações do terreno e, em decorrência disso, apresentar rachaduras que comprometem a segurança da edificação.

As principais causas de vulnerabilidade socioambiental da cidade estão diretamente ligadas à falta de planejamento, com muitas ruas apresentando forte impermeabilização e declividade elevada favorecendo o escoamento mais rápido e concentrado da água em superfície (runoff), não obstante, a falta de saneamento e de conscientização dos moradores é responsável pelo lançamento das águas servidas dos domicílios para as ruas, que durante todo o dia escoam de maneira aleatória favorecendo a erosão laminar, bem como fonte constante de transmissão de doenças (figura 07).

Outro fator bastante evidente na cidade é a baixa quantidade de ruas que possuem sistema de drenagem pluvial, aliado a isto, o acúmulo de lixo nas vias públicas causa a obstrução de bueiros e bocas de lobo dificultando a escoamento pluvial e corroborando diretamente com os alagamentos, além do carreamento deste lixo que propicia a erosão.



Figura 07 - Imagens da falta da rede esgoto na cidade de Natal/ RN. Esquerda: Casas na comunidade 13 de Maio (bairro Dix-Sept Rosado) que lançam efluentes de águas servidas diretamente na rua causando erosão laminar. Direita: Viela na comunidade do Japão, bairro das Quintas, apresentando alta declividade e impermeabilização, favorecendo ao *runoff*. Fonte: MEDEIROS, 2014.

A cidade de Natal apresenta diversas áreas de riscos, principalmente nas periferias da cidade, devido à ocupação de espaços que apresentam limitações legais e/ou naturais que, aliados a falta de organização urbana, intensifica a vulnerabilidade da população que lá reside.

Assim, é possível concluir que as principais áreas de risco são aquelas aonde a dinâmica natural é mais intensa, neste caso, nas vertentes das dunas, principalmente as que compõem as Zonas de Proteção Ambiental da cidade, uma vez que as mesmas apresentam maiores declividades favorecendo o desencadeamento dos processos morfogenéticos.

Na maioria dessas áreas, há uma população com elevados índices de vulnerabilidade social, porém na zona sul da cidade, aonde concentra-se uma população de classe média a alta, os índices de vulnerabilidade social foram elevados não pela renda, mas pela falta de equipamentos de drenagem urbana e a predominância do gênero feminino como chefes de família.

O Índice de Vulnerabilidade Ambiental teve algumas adaptações para atender a área em questão. Assim, foi necessária a inclusão do tema Uso do Solo ao tema Vegetação, visto que se trata de uma área com elevado grau de urbanização.

Desta maneira pode-se concluir que, a metodologia de classificação da vulnerabilidade ambiental para Natal com base em Crepani (2001) não se mostrou a proposta mais adequada para este território. Mas os resultados possibilitam evidenciar que mesmo com essas limitações é possível ter compreensão aproximada da vulnerabilidade socioambiental da cidade evidenciada pelas observações empíricas.

Entretanto, como proposta para uma melhor utilização da meodologia seria a inserção de pesos para cada tema, realizando assim uma média ponderada ao invés de uma média aritmética dos valores. Isso porque o tipo de solo, a morfometria do relevo e o padrão de uso do solo são fatores mais preponderantes para o aumento da vulnerabilidade ambiental na cidade de Natal se comparados à geologia e ao clima, ao passo que, este último não apresenta tanta variação na cidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Natal apresenta diversas áreas de riscos, principalmente nas periferias da cidade, devido à ocupação de espaços que apresentam limitações legais e/ou naturais que, aliados a falta de organização urbana, intensifica a vulnerabilidade da população que lá reside.

Assim, é possível concluir que as principais áreas de risco são aquelas aonde a dinâmica natural é mais intensa, neste caso, nas vertentes das dunas, principalmente as que compõem as

Zonas de Proteção Ambiental da cidade, uma vez que as mesmas apresentam maiores declividades favorecendo o desencadeamento dos processos morfogenéticos.

Na maioria dessas áreas, há uma população com elevados índices de vulnerabilidade social, porém na zona sul da cidade, aonde concentra-se uma população de classe média a alta, os índices de vulnerabilidade social foram elevados não pela renda, mas pela falta de equipamentos de drenagem urbana e a predominância do gênero feminino como chefes de família.

O Índice de Vulnerabilidade Ambiental teve algumas adaptações para atender a área em questão. Assim, foi necessária a inclusão do tema Uso do Solo ao tema Vegetação, visto que se trata de uma área com elevado grau de urbanização.

Desta maneira pode-se concluir que, a metodologia de classificação da vulnerabilidade ambiental para Natal com base em Crepani (2001) não se mostrou a proposta mais adequada para este território. Mas os resultados possibilitam evidenciar que mesmo com essas limitações é possível ter compreensão aproximada da vulnerabilidade socioambiental da cidade evidenciada pelas observações empíricas.

Entretanto, como proposta para uma melhor utilização da meodologia seria a inserção de pesos para cada tema, realizando assim uma média ponderada ao invés de uma média aritmética dos valores. Isso porque o tipo de solo, a morfometria do relevo e o padrão de uso do solo são fatores mais preponderantes para o aumento da vulnerabilidade ambiental na cidade de Natal se comparados à geologia e ao clima, ao passo que, este último não apresenta tanta variação na cidade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q. de. **Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos: Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará.** 2010. 278 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

_____. Vulnerabilidade social aos perigos ambientais. **Revista da ANPEGE,** v. 6, p. 151-176, 2010.

ALVES, H. P. F. Metodologias de integração de dados sociodemográficos e ambientais para análise da vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas no contexto das mudanças climáticas. In: HOGAN, D.; MARANDOLA JR, E. (Orgs.). **População e mudança climática**: dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas: Núcleo de Estudos de População - NEPO/Unicamp; Brasília: UNFPA, 2009, p. 75-105.

BLAIKIE, P. M.; et al. **At risk:** natural hazards, people's, vulnerability, and disasters. London: Routledge, 1994.

CHAMBERS, R. Vulnerability, coping and policy (Editorial Introduction). **IDS Bulletin.** v. 37, n. 4, Set 2006.

CHARDON, A. C. Crecimiento urbano y riesgos "naturales": Evaluacion final da la vulnerabilidad global en Manizales, Andes de Colombia. **Desastres Y Sociedad**. Red de Estudios Sociales En Prevención de Desastres En América Latina. v. 6, n. 9, p.1-33, 1998.

CREPANI, E. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Org.). **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. 124p. Disponível em:<http://www.dsr.inpe.br/dsr/simeao/Publicacoes/SERGISZEE3.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2011.

IBGE. **Censo demográfico:** resultados preliminares - Natal. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 28 Jun. 2012.

MEDEIROS, M. D. de. **VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE NATAL, RN.** 2014. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Departamento de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

MENDONÇA, F. RISCOS, VULNERABILIDADES E RESILIENCIA SOCIOAMBIENTAIS URBANAS: INOVAÇÕES NA ANALISE GEOGRÁFICA. **Anpege**, Sp, v. 1, n. 7, p.111-118, out. 2011.

NATAL (Município). Constituição (2007). Lei Complementar nº 82, de 21 de junho de 2007. **Plano Diretor de Natal**. Natal, RN, 2009.

SEADE. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social.** Espaços e Dimensões da Pobreza nos Municípios do Estado de São Paulo. 2008. Disponível em:<http://www.iprsipvs.seade.gov.br/view/pdf/ipvs/metodologia.pdf>. Acesso em: 10 Jan. 2013.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91 p.

VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.