

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ADEQUAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DO CENSO DEMOGRÁFICO DO IBGE NA ANÁLISE DA VULNERABILIDADE SOCIAL A EVENTOS EXTREMOS NA ZONA COSTEIRA

Cibele Oliveira Lima¹; Jarbas Bonetti²

¹²UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Oceanografia Costeira

Resumo

Tendo em vista a intensificação dos efeitos dos eventos extremos nas zonas costeiras do Brasil, particularmente na Região Sul, são oportunos estudos que considerem a vulnerabilidade social das populações locais de forma a entender como estas podem ser mais ou menos afetadas por esses eventos. Neste sentido, diferentes estratégias para a caracterização da população sob risco e sua vulnerabilidade, tendo por base o uso de dados de censos demográficos, têm sido propostas por diversos autores, sobretudo ao longo das duas últimas décadas. Todavia, no país ainda é pequeno o debate relativo à seleção dos descritores mais efetivos e à representatividade espacial das amostras censitárias disponíveis. Esse artigo tem por objetivo avaliar as limitações do uso de variáveis censitárias, através do desenvolvimento de uma metodologia capaz de ajustar o recorte espacial dos setores censitários do IBGE às áreas costeiras expostas a eventos extremos. Os resultados obtidos ilustram a importância de se realizar ajustes prévios quando da utilização dos setores censitários para estudos de vulnerabilidade social costeira.

Palavras-chave: Impactos na Zona Costeira, Índices de Vulnerabilidade, Censo Demográfico do IBGE, Análise Espacial.

Abstract

Taking into account the intensification of the effects of extreme events in coastal areas, particularly in southern Brazil, it is opportune to study the social vulnerability of local populations as a way to understand how they can be more or less affected by these events. For that, in the last two decades different strategies based on the use of census data have been proposed for the characterization of the population at risk and their vulnerability. However, the debate about the recognition of the most relevant descriptors and the spatial representativeness of the available survey samples is still incipient in Brazil. This paper aims to discuss the limitations of the use of census variables through the development of a methodology capable to adjust the limits of the IBGE census sectors to the coastal areas exposed to extreme events. The obtained results illustrate the importance of accomplishing previous adjustments when using the Brazilian census sectors for coastal social vulnerability studies.

Key words: Impacts in the Coastal Zone, Vulnerability Indices, IBGE Demographic Census, Spatial Analysis.

Caracterização do problema

A história da ocupação humana do território nacional demonstra que as áreas costeiras foram priorizadas em detrimento às do interior, por apresentarem morfologia significativamente plana, facilitando a fixação de comunidades e atividades agrícolas, e localização privilegiada próxima ao oceano, o que lhes confere facilidade de circulação de mercadorias.

A ocupação das zonas costeiras também apresenta, por outro lado, algumas desvantagens, já que, por serem áreas de transição entre os processos construtivos e destrutivos dos fluxos oceânicos e continentais, possuem expressiva complexidade e alta mobilidade física. São consideradas, portanto, áreas naturalmente instáveis, que apresentam rápida alteração em sua condição de equilíbrio dinâmico frente aos eventos extremos.

Após diversas advertências do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2014), percebe-se, nos últimos anos, uma maior preocupação dos governos com os impactos causados pelas mudanças climáticas, já que elas são coincidentes com o aumento no registro de eventos extremos, principalmente sobre as zonas costeiras (BONETTI e WOODROFFE, 2017). As áreas costeiras apresentam distúrbios regulares em seu estado de equilíbrio, principalmente, quando são expostas a eventos extremos cíclicos, que causam erosão e consequente redistribuição dos sedimentos e inundação de zonas mais baixas pelo avanço do mar. (BONETTI *et al.*, 2013)

O eventual incremento da instabilidade morfológica destas áreas, e consequente intensificação dos processos naturais atuantes (MASSELINK e GEHRELS, 2014), torna-se mais visível dada a elevada concentração populacional na zona costeira, sobretudo nas últimas décadas.

Por causar impactos sobre a sociedade, colocando em risco a infraestrutura instalada e os atrativos naturais que são a base econômica de muitos setores costeiros dependentes do turismo, os eventos extremos se caracterizam como um dos assuntos mais debatidos nos meios científico, político e da imprensa em geral. É o caso dos reflexos dos regimes de chuvas intensas, ondas de tempestade, ventanias e marés astronômicas extremas, que isoladamente ou em conjunto podem contribuir para a alteração da frequência e intensidade de inundações e erosões costeiras (RUDORFF *et al.*, 2014).

Tais eventos habitualmente promovem a remobilização de sedimentos, gerando ou modificando feições geomorfológicas da zona costeira e, a depender de sua intensidade e abrangência, podem gerar prejuízos para as comunidades ao atingir residências e instalações urbanas. Seus impactos são potencializados pela presença humana, que transforma a linha de costa por meio da sua concretização, gerando degradação ambiental que repercute no aumento da susceptibilidade natural do meio (BONETTI *et al.*, 2018).

Tendo em vista que uma das formas de minimizar os riscos é através da obtenção de um maior conhecimento sobre os impactos dos perigos costeiros e sobre as variáveis que expressam sua vulnerabilidade social, é imprescindível o uso de informações socioeconômicas relativas à população para a correta avaliação da sua exposição.

O IPCC (2014) afirma que, em escala local, a análise da vulnerabilidade social é necessária para identificar determinadas parcelas da população que sofreriam mais com os impactos ne-

gativos gerados por eventos extremos, visando elaborar estratégias para minimizar esses impactos.

Além disso, ao identificar as características das populações costeiras que habitam as áreas de risco, é possível direcionar as ações de prevenção e de contenção da Defesa Civil aos perfis de cada uma delas, reduzindo assim os riscos humanos e econômicos. Segundo o *National Research Council* (2007), essa caracterização pode ser realizada por meio da análise de dados censitários, como idade, renda, gênero e densidade demográfica, de modo a indicar as áreas de especial atenção para ação em campo, considerando a concentração de grupos populacionais vulneráveis.

Do ponto de vista científico, diversos grupos de pesquisa internacionais desenvolveram metodologias para o reconhecimento de setores costeiros mais propensos a sofrer impactos derivados de eventos extremos, baseadas na construção de índices de vulnerabilidade costeira. Inspirados em Gornitz (1991) que desenvolveu um Índice de Vulnerabilidade Costeira (CVI- *Coastal Vulnerability Index*) para a costa dos Estados Unidos, trabalhos como os de Cutter *et al.* (2000 e 2003) e Clark *et al.* (1998) utilizaram dados censitários para quantificar a vulnerabilidade social.

No entanto, as abordagens quantitativas voltadas à avaliação da vulnerabilidade costeira no Brasil que incorporaram dados socioeconômicos são escassas, tendo a maioria sido desenvolvida em escala nacional e regional, como em Nicolodi e Petterman (2011). Em escala estadual, Serafim e Bonetti (2017) e Serafim *et al.* (2018) em Santa Catarina, são os que mais amplamente incorporaram dados censitários em seus estudos sobre vulnerabilidade.

Até o momento, todavia, poucos são os trabalhos que quantificaram diretamente a vulnerabilidade social em escala local, como as contribuições de Szlafsztein e Sterr (2007) e Lins de Barros (2011), sendo que a maioria destes se reduz a estimativas do número de habitantes em algumas áreas de risco (Bonetti *et al.*, 2013). Isso se deve às próprias características do dado censitário disponível no país.

Apesar do Censo Demográfico do IBGE ser atualmente a principal fonte de informação demográfica e socioeconômica sobre a população, disponível para todo o território nacional e com nível de desagregação intraurbano, as informações das variáveis coletadas só são disponibilizadas através do recorte espacial do “setor censitário”.

Embora seja a menor unidade amostral disponível, o setor censitário apresenta importantes limitações para a caracterização censitária da linha de costa, uma vez que sua geometria não coincide com as áreas expostas aos eventos extremos de erosão e inundação marinha, conforme será mais detalhadamente discutido nos resultados.

Outro fator que dificulta o uso desse recorte na análise e que merece ser destacado é que os dados estão disponibilizados em meio digital no site <https://censo2010.ibge.gov.br/> de forma pouco intuitiva e em local de difícil acesso e pouca visibilidade, o que demanda tempo de pesquisa muitas vezes exaustivo e com pouco sucesso, afastando os pesquisadores menos insistentes e outros membros da sociedade que possam ter interesse em acessar o conteúdo.

Tendo em vista essas considerações, o presente trabalho visar propor uma estratégia para o uso de dados socioeconômicos derivados dos setores censitários do IBGE com vistas à caracterização da vulnerabilidade social de áreas costeiras submetidas aos impactos de eventos extre-

mos. Buscou-se verificar, neste artigo, como os dados dos setores censitários devem ser tratados para que possam contribuir na construção de um índice de vulnerabilidade social, ainda que os mesmos apresentem restrições.

Impactos dos Perigos Costeiros em Santa Catarina

Tanto Muehe (2001) como Muler e Bonetti (2014) afirmam que o Brasil se destaca pela frequência de desastres naturais cíclicos, especialmente erosões e inundações costeiras, que, a depender de sua abrangência, podem repercutir de forma negativa sobre as comunidades.

A Região Sul do Brasil, por estar localizada em latitudes médias, é atingida tanto por centros de ação atmosférica de baixas latitudes quanto de altas latitudes, gerando intensas atividades atmosféricas que contribuem na geração de ondas oceânicas e marés meteorológicas, causando influência direta sobre os processos morfodinâmicos da linha de costa (MONTEIRO e MENDONÇA, 2006).

Segundo o Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina (Rudorff *et al.*, 2014), no período de 1997 a 2010, foram identificados 46 registros de marés de tempestade, que causaram danos significativos nos municípios da costa catarinense, sendo Florianópolis o município mais afetado nesse período, com 6 registros.

Levando em consideração esse contexto, o presente artigo definiu como área de estudo o município de Florianópolis (Figura 1), capital do estado de Santa Catarina, Região Sul do Brasil. O mesmo tem como território 424 km² da Ilha de Santa Catarina e 11,9 km² completamente urbanizados do continente. Os dois segmentos urbanos são separados pela baía de Florianópolis, compartimentada nas baías Norte e Sul, que se interligam por um estreito de 500m de largura sobre o qual foram construídas as pontes de acesso entre a ilha e o continente (IPUF, 2003; HORN FILHO *et al.*, 2014).

A vulnerabilidade da linha de costa da Ilha de Santa Catarina como um todo foi recentemente estudada por Mussi *et al.* (2018), que destacaram a exposição da urbanização aos efeitos da subida do nível do mar, sem, todavia, detalhar os aspectos socioeconômicos associados aos diferentes graus de vulnerabilidade social da população local.

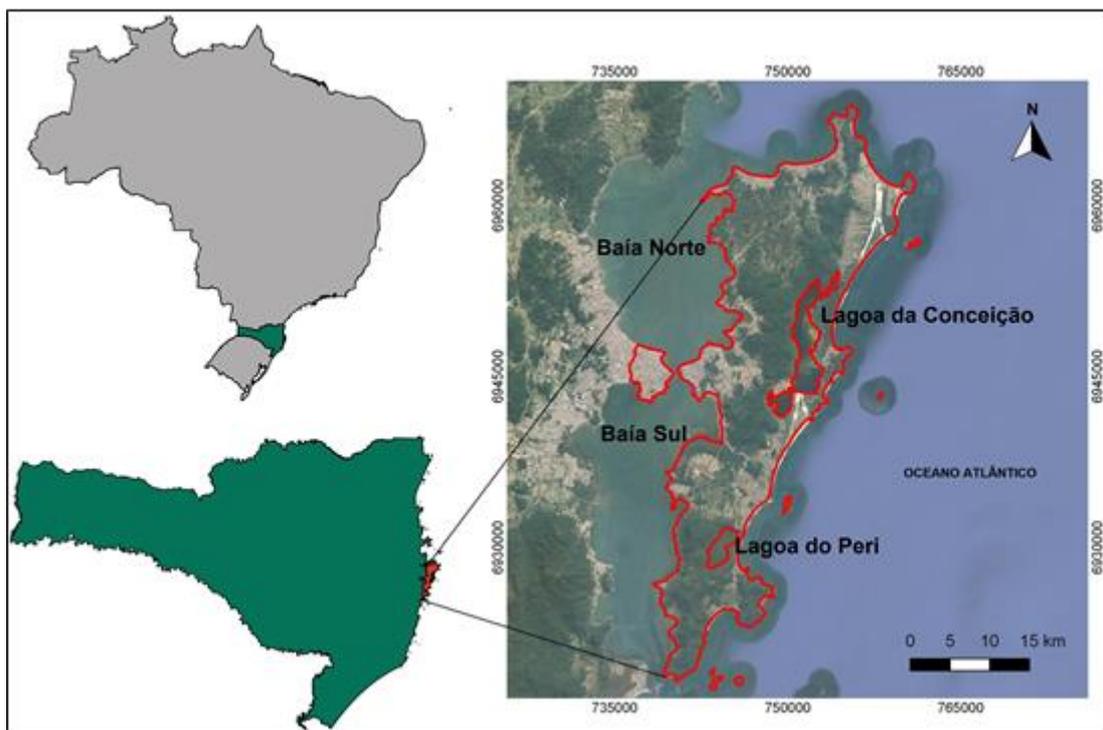


Figura 1. Localização do município de Florianópolis-SC (limite em vermelho).

O município de Florianópolis vem passando, ao longo das últimas décadas, por um processo de urbanização significativo. Sua população cresceu de 342.315 pessoas em 2000 para 421.240 em 2010 (IBGE 2000 e 2010) e tende a continuar crescendo. Isso contribuirá para que mais pessoas ocupem áreas de risco a eventos extremos, justificando, assim, a necessidade de estudos capazes de avaliar a vulnerabilidade social de sua população quando exposta a estes eventos.

Bases Conceituais

A falta de padronização da terminologia relacionada a desastres naturais levou a uma multiplicidade de termos e ao uso de definições que variam entre os autores, conforme discutido por Birkmann (2013) e Nguyen *et al.* (2016), entre outros. Neste sentido, apesar de ser um conceito-chave nos estudos sobre desastres naturais, ainda não existe uma definição consensual de vulnerabilidade que possa se adequar a todos os contextos (CUTTER, 1996).

No presente artigo optou-se por adotar a definição de exposição proposta em UNISDR (2009), que se refere à quantidade ou extensão, em determinado domínio espacial, dos elementos que se encontram sujeitos aos efeitos de um determinado perigo/ameaça, podendo incluir ecossistemas, pessoas e propriedades localizadas em áreas sujeitas a perdas potenciais.

O conceito de vulnerabilidade pode ser definido, segundo o IPCC (2014), como o potencial a danos por estímulos climáticos ao qual um sistema encontra-se submetido. Cutter (1996) propõe, todavia, a distinção de uma componente biofísica da vulnerabilidade, que possui caráter am-

biental e expressa a propensão que um sistema natural possui em ser afetado por alguma ameaça, de outra de caráter social, que descreve as características e circunstâncias de uma comunidade que podem torná-la mais impactada pelos danos associados aos eventos extremos.

A primeira componente é tratada por muitos autores como susceptibilidade ou sensibilidade (NGUYEN *et al.*, 2016). A segunda, a vulnerabilidade social, por sua vez, pode ser analisada com vistas ao reconhecimento da capacidade de uma comunidade em absorver e responder a um determinado impacto (CARDONA, 2003). Assim, a vulnerabilidade social pode ser associada ao potencial disruptivo de ordem socioeconômica que ocorre em um determinado local, e cuja análise pode ajudar indivíduos e comunidades a responder e se ajustar aos perigos ambientais (BONETTI e WOODROFFE, 2017).

Cutter *et al.* (2000) atentam para o fato de que o grau ao qual determinada população é vulnerável a um evento não é unicamente dependente da exposição, ou proximidade dessa população com a fonte potencial de desastre, já que determinados fatores sociais podem influenciar de maneira mais incisiva sua capacidade de reação. Assim, há cada vez maior consenso de que a magnitude de um desastre está intrinsecamente relacionada com os aspectos de vulnerabilidade e exposição das populações, já que os mesmos são produto da relação entre as esferas social, política e econômica com os eventos naturais (WISNER *et al.* 2003; WELLE e BIRKMANN, 2015; IPCC 2016).

Rygel *et al.* (2006) afirmam que algumas variáveis demográficas utilizadas em diferentes estudos são mais frequentes e podem ser consideradas fundamentais na análise da vulnerabilidade social, sendo elas: renda, gênero, idade, densidade populacional e deficientes físicos. Para fins exploratórios, este artigo optou por usar as quatro primeiras variáveis, já que o censo do IBGE não apresenta dados relacionados a saúde, como o número de pessoas com mobilidade reduzida e/ou deficientes físicos, número de pessoas que possuem plano de saúde ou que necessitam utilizar os serviços públicos, quantidade de hospitais e postos de saúde, etc.

A análise da renda é de grande pertinência, uma vez que é perceptível que as pessoas com menor poder aquisitivo possuem capacidade limitada para investir em medidas preventivas, recursos de emergência e esforços de recuperação, além de, teoricamente, terem menor acesso à informação rápida e eficiente e transporte para fuga, conforme sugerido por diversos estudos (CLARK *et al.* 1998, WISNER *et al.* 2003 e FOTHERGILL e PEEK 2004).

Neumayer e Plümper (2007), Mazurana *et al.* (2013) e Eklund e Tellier (2012) apontam para a importância de se considerar o gênero e a idade, já que, além dos muito jovens e muito idosos serem menos capazes de responder a eventos de forma rápida e efetiva, as mulheres tendem a sofrer mais antes, durante e depois desses eventos, uma vez que, geralmente, são responsáveis por cuidar das crianças e idosos com dificuldade de locomoção e estão empregadas, muitas vezes, no mercado informal, o primeiro a ser economicamente atingido no pós-desastre.

Cutter *et al.* (2000) afirmam, ainda, que a densidade populacional deve ser igualmente considerada na análise da vulnerabilidade social, uma vez que interfere na evacuação de pessoas, já que geralmente locais com maior número de habitantes tendem a demorar mais para serem evacuados.

Metodologia

Tendo em vista que uma das formas de se estimar o impacto de eventos extremos é através de variáveis socioambientais que expressem os componentes do sistema afetado, como vulnerabilidade e exposição, muitos trabalhos no Brasil e no mundo (Birkmann, 2006; Rygel, 2006) apontam para o desafio existente de se combinar dados sociais com dados de fenômenos da natureza. Apesar de ambos se manifestarem no espaço, são levantados de formas diferentes.

Birkmann (2006) afirma que, por enquanto, não existem estatísticas que definam diretamente as diferentes dimensões da vulnerabilidade, que é, dessa forma, normalmente estimada através de dados estatísticos indiretos. A necessidade da criação de índices compostos pela integração de dados primários com estatísticas para se estimar os componentes risco, principalmente a vulnerabilidade social, se justifica porque é uma das formas para se operacionalizar um conceito teórico através de valores quantitativos.

Levando em consideração esse arcabouço teórico-conceitual, o presente artigo foi desenvolvido tendo como base uma adaptação da metodologia proposta por GORNITZ (1991). Desta forma, foi elaborado um Índice de Vulnerabilidade Social Costeira (IVSC), conforme o fluxograma da Figura 2, a seguir.

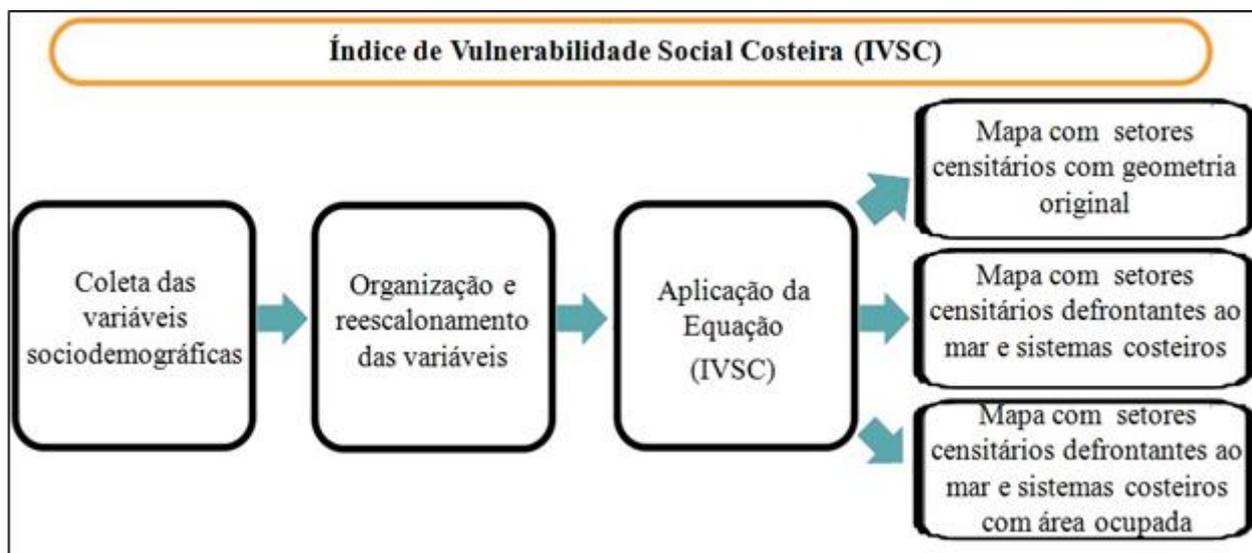


Figura 2. Fluxograma da metodologia para obtenção do Índice de Vulnerabilidade Social Costeiro.

Primeiramente, os dados das variáveis do Censo Demográfico 2010 foram resgatados através dos setores censitários no site do IBGE. O setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral da coleta do Censo Demográfico, constituída por áreas contíguas, respeitando-se os limites da divisão político administrativa, dos quadros urbano e rural legais e de outras estruturas territoriais de interesse, além dos parâmetros de dimensão mais adequados à operação de coleta (IBGE, 2010).

Posteriormente, os dados foram organizados e incorporados ao software QGIS 2.18. Foi realizada, então, a junção espacial dos polígonos dos setores censitários com as variáveis do Censo.

As variáveis renda e densidade populacional foram consideradas de acordo com seus valores em cada setor. A variável gênero foi incorporada a partir da porcentagem de mulheres em cada setor em relação à população total, uma vez que estas correspondem – teoricamente – ao gênero mais vulnerável.

Na variável da idade foram considerados dois grupos: idosos com idade superior a 60 anos e crianças com idade inferior a 10 anos, já que, segundo as referências consultadas, estes possuem menor possibilidade de locomoção rápida e podem não ter plena consciência para prever, processar e se proteger de determinado perigo. Foram somados os valores de idosos e de crianças em cada setor e posteriormente calculada sua porcentagem em relação à população total.

Algumas das variáveis apresentavam intervalos de variação com valores numéricos dificilmente comparáveis, tornando necessário o reescalonamento dos dados para que houvesse a padronização linear em sua distribuição, gerando assim amplitudes similares.

As variáveis densidade populacional, sexo e idade são diretamente proporcionais à vulnerabilidade social, uma vez que, quanto maior o seu valor, maior será a vulnerabilidade. Portanto, seus intervalos de variação oscilaram entre 0 e 1, onde a vulnerabilidade será menor quanto mais próximo do zero e maior quanto mais próximo do 1.

Quando a variável se comporta de modo inversamente proporcional à vulnerabilidade social, com é o caso da renda, em que quanto maior o valor menor a vulnerabilidade, o 1 foi considerado o menor e 0 o maior valor no momento do reescalonamento. Dessa forma, todas as variáveis assumiram maior vulnerabilidade à medida que se aproximam de 1, conforme Figura 3 abaixo.

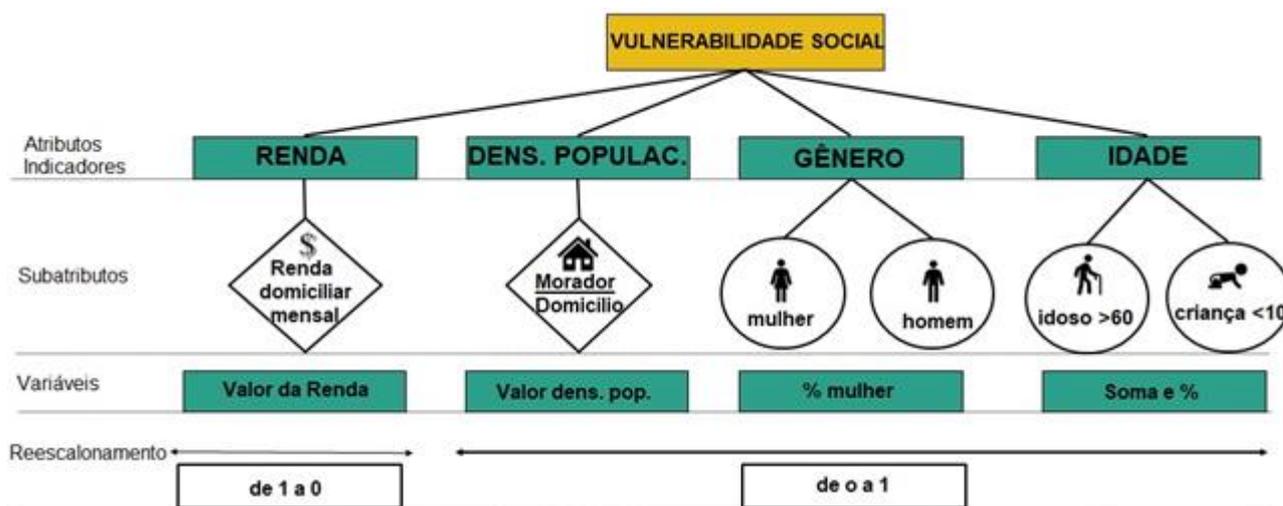


Figura 3. Reclassificação e organização dos indicadores de Vulnerabilidade Social.

Usando a ferramenta Calculadora Raster do QGIS foi aplicada a fórmula proposta por GORNITZ (1991) para elaboração de índices de vulnerabilidade costeira, que permite integrar as

variáveis em um único índice final, gerando o IVSC (Índice de Vulnerabilidade Social Costeira), conforme a equação abaixo.

$$IVSC = \sqrt[n]{(V_1 * V_2 * V_3 * V_4)}$$

Onde, V = valor da variável e n= número total de variáveis utilizadas, neste caso 4.

Foram produzidos os Mapas de Vulnerabilidade Social, nos quais todas as variáveis foram consideradas com igual importância. Os valores obtidos foram distribuídos em cinco classes de vulnerabilidade a eventos extremos costeiros: muito baixa, baixa, intermediária, alta e muito alta, tendo os seus limites sido determinados através do método dos quantis (Bonetti e Woodroffe, 2017).

A fim de analisar a representatividade da informação derivada dos setores censitários, neste artigo serão apresentados três mapas: o primeiro foi gerado levando em consideração a geometria original dos setores censitários; o segundo considerou apenas os setores censitários defrontantes ao mar e a sistemas costeiros potencialmente impactáveis com a mudança do nível marinho, como lagunas e manguezais; e o terceiro, derivado do segundo mapa, sobre o qual foi aplicada uma máscara com as áreas urbanizadas para que fossem consideradas apenas as zonas dos setores censitários defrontantes e com presença de população.

Resultados

O mapa representado na Figura 4 considera a geometria original dos setores censitários do município de Florianópolis-SC, conforme os mesmos são representados na base de dados disponibilizada pelo IBGE.

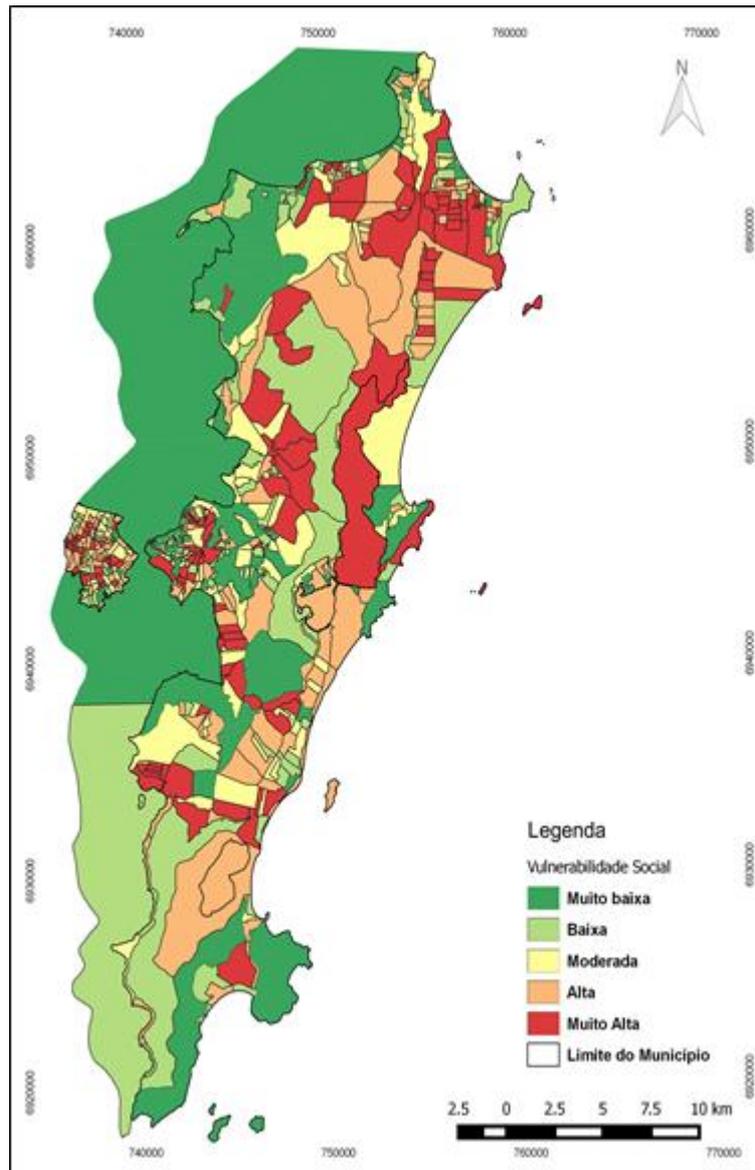


Figura 4. Mapa de vulnerabilidade considerando a geometria original dos setores censitários do município de Florianópolis.

Percebe-se que os limites dos setores não coincidem com o limite municipal habitualmente reconhecido, englobando corpos hídricos como as baías Norte e Sul e as lagoas da Conceição e do Peri. Isso pode ser correto do ponto de vista legal, pois os limites administrativos se estendem para além das terras emersas, mas não para a representação de variáveis socioeconômicas. Por exemplo, sobre os espelhos d'água da Lagoa da Conceição é indicada a existência de duas classes distintas de vulnerabilidade social, o que não faz sentido por não haver habitantes sobre eles.

O mapa em questão apresenta enorme generalização por conta dos limites dos setores censitários que ultrapassam, além dos corpos hídricos, zonas com vegetação de dunas, manguezais, matas e unidades de conservação sem ou com mínima ocupação humana, gerando assim classes de vulnerabilidade para locais onde não existe exposição ao perigo.

Além disso, esta representação, ao considerar todos os setores censitários do município, insere na análise de vulnerabilidade trechos de porções mais interiorizadas de Florianópolis, em locais cuja geomorfologia não possibilita a penetração de água por eventos de marés meteorológicas ou a ocorrência de erosão marinha, gerando trechos com vulnerabilidade social alta e muito alta em locais onde não há sequer exposição ao perigo.

Para contornar essa generalização excessiva, foram selecionados manualmente apenas os setores censitários defrontantes com o oceano e com os sistemas costeiros diretamente influenciados pela oscilação do nível do mar quando expostos a eventos extremos, como manguezais, lagunas e lagunas costeiras (Figura 5), tendo estas feições naturais igualmente sido eliminadas por não possuírem ocupação populacional.

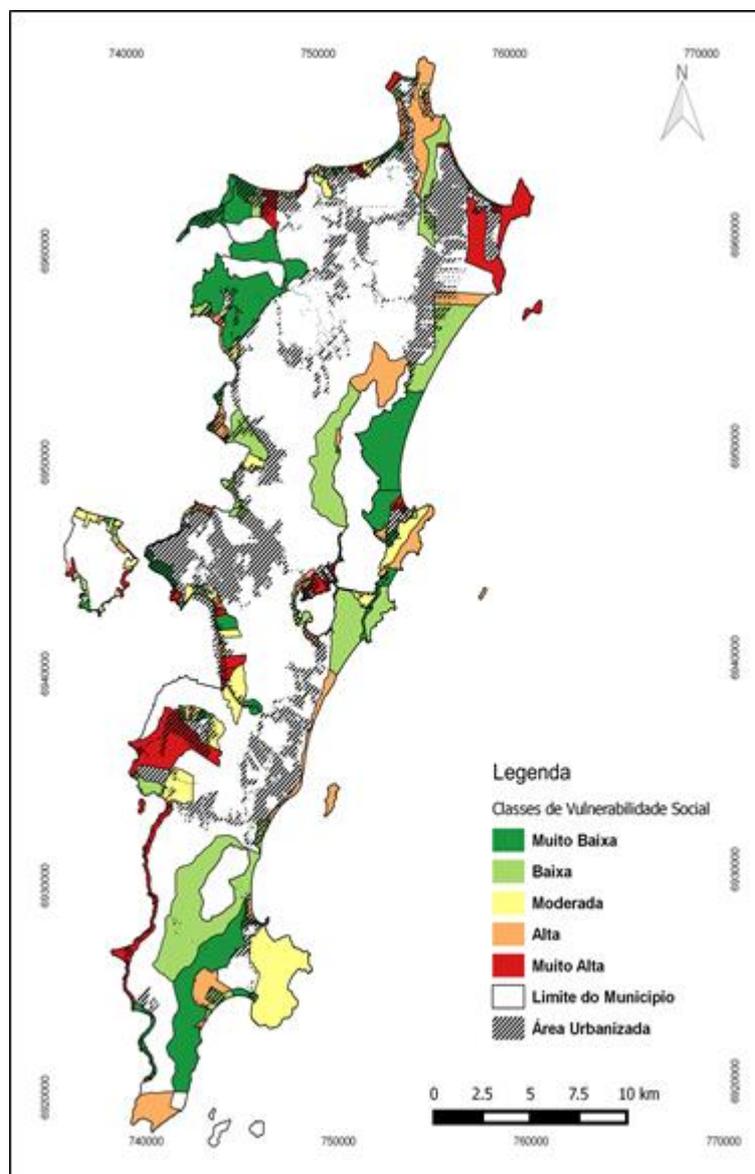


Figura 5. Mapa de vulnerabilidade social com representação apenas de setores defrontantes ao oceano e principais sistemas aquáticos.

Ressalta-se que, uma vez eliminados os setores censitários que não possuem interesse para a avaliação da exposição à erosão e inundação costeira, o IVSC foi recalculado dentro do novo intervalo de valores disponível, o que resultou na redistribuição das classes de vulnerabilidade de muito alta a muito baixa ao longo dos setores remanescentes.

Comparativamente ao estudo anteriormente disponível para a área, Nicolodi e Petterman (2011), o presente artigo apresenta um avanço no que diz respeito à adoção de uma análise em escala mais detalhada, já que os autores citados trabalharam com a escala de 1:1.000.000 e neste artigo o foco foi o município. Os autores utilizaram uma análise de vulnerabilidade integrada entre risco natural, risco social e risco tecnológico, e seu resultado apontou toda a área do município de Florianópolis com alta vulnerabilidade, não havendo distinção dentro do município, diferente do que é proposto no presente artigo.

Além disso, a filtragem dos setores censitários costeiros e defrontantes a sistemas costeiros permitiu a representação com maior precisão dos locais onde ocorre a exposição a eventos extremos, o que também é uma novidade desse artigo, já que Nicolodi e Petterman (2011) mapearam todos os setores censitários presentes dentro do município, como apresentado no resultado parcial desse artigo (Figura 4).

Todavia, considerou-se que mesmo o mapa da Figura 5 ainda possuía generalização considerável, uma vez que não levou em conta a distribuição da população no interior dos setores censitários do IBGE. Em setores de baixa densidade populacional e/ou com presença de costões rochosos, dunas e outros sistemas naturais pouco habitados, a população se concentra em pequenas áreas.

No entanto, como o sistema de classificação considera a informação do polígono setor como um todo, é gerada uma falsa sensação de vulnerabilidade para toda a superfície do setor, não importando qual a porcentagem de sua área que está ocupada. É o caso de vários costões rochosos que foram representados com vulnerabilidade social alta ou muito alta, muito embora sejam praticamente desabitados.

De forma a refinar o resultado e contornar este problema, a Figura 6, produto final deste artigo, apresenta um mapa no qual foi aplicada uma máscara composta pelas áreas urbanizadas do município de Florianópolis, de acordo com os mapeamentos efetuados pelo IBGE (IBGE, 2005). Assim, encontram-se nele representadas a vulnerabilidade social apenas nos trechos nos quais efetivamente há presença de infraestrutura urbana, o que caracteriza exposição real aos eventos extremos.

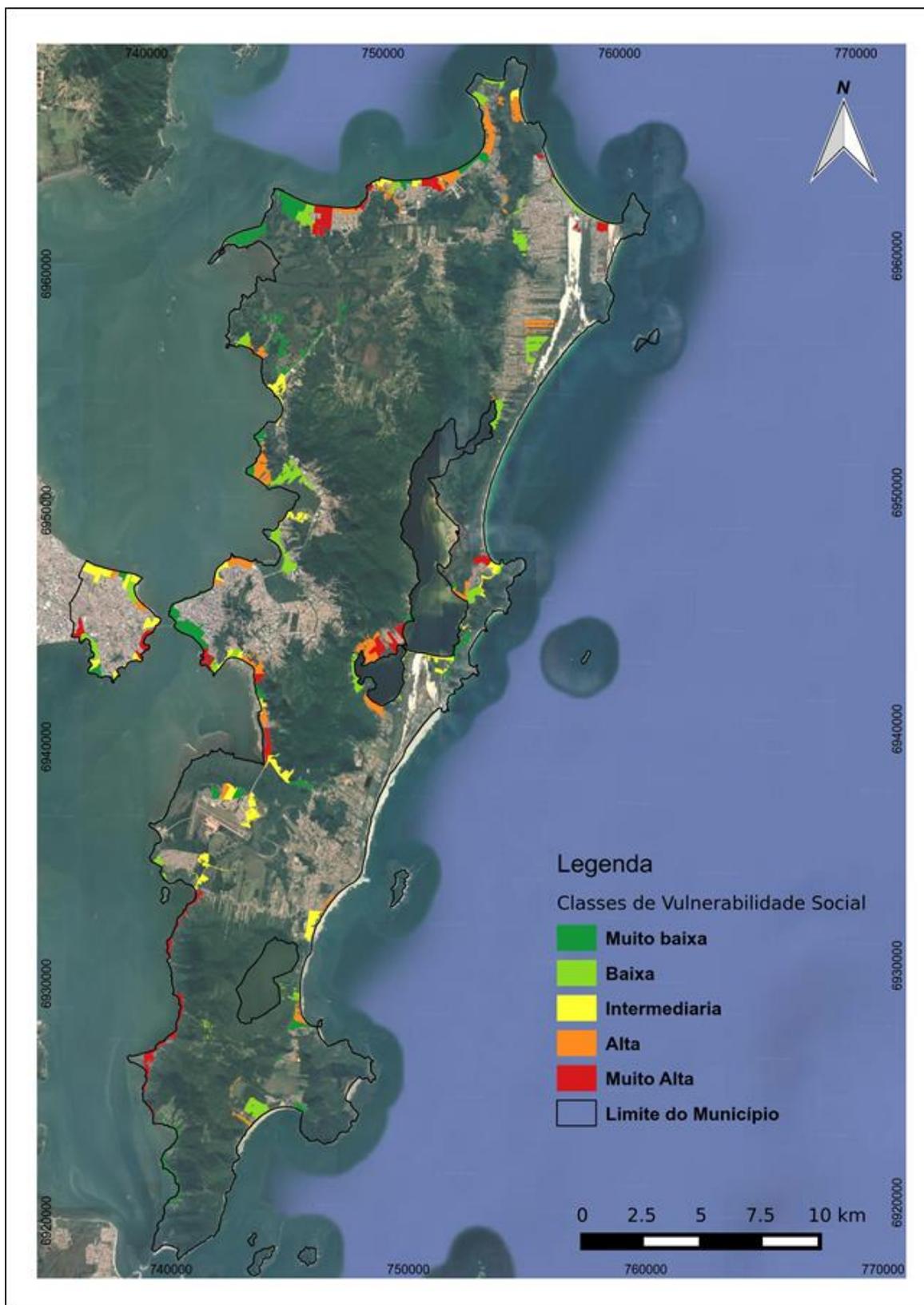


Figura 6. Mapa de vulnerabilidade social considerando apenas os setores defrontantes ao mar e corpos hídricos e áreas efetivamente ocupadas.

O mapa da Figura 6 é a representação mais próxima da realidade que se pode chegar a partir informações do Censo Demográfico 2010 do IBGE, quando o objetivo é identificar áreas com maior ou menor vulnerabilidade social a eventos extremos de inundações e erosão costeira.

Ao considerar apenas os trechos efetivamente ocupados das zonas expostas aos eventos extremos, a Figura 6 reconhece como áreas de maior vulnerabilidade apenas aquelas fronteiriças ao mar, corpos lacustres, lagunares e manguezais. Desta forma, alia a questão social aos ecossistemas naturais existentes na área. Por exemplo, o mapa permite observar que uma importante superfície com população altamente vulnerável se situa nas proximidades do manguezal do Rio Tavares, área que inunda com relativa frequência, assim como indica a presença de populações vulneráveis em localidades como as praias de Canasvieiras, Ingleses e Barra da Lagoa, regularmente afetadas por problemas de erosão costeira (Mussi *et al.*, 2018).

Partindo para uma comparação mais regional, como as presentes nos trabalhos de Serafim e Bonetti (2017) e Serafim *et al.* (2018), que mapearam a vulnerabilidade para o estado de Santa Catarina como um todo, percebe-se uma maior semelhança com os critérios usados no presente artigo, principalmente no que diz respeito à criação de um índice multicritério, como é o caso do IVSC (Índice de Vulnerabilidade Social Costeira).

No entanto, cabe salientar que, mais uma vez, não foi estudada por aqueles autores somente a questão social em detalhe, mas sim a vulnerabilidade obtida pela integração do modelo de suscetibilidade (variáveis do meio físico) e do modelo de capacidade adaptativa (variáveis socioeconômicas). Além disso, foram empregados apenas três descritores sociais na análise: renda domiciliar, residência ocasional e população residente, não se tendo discutido outros fatores considerados relevantes na literatura, como a idade e gênero da população residente e a concentração urbana (densidade populacional), os quais foram incorporados na análise do presente artigo.

Um outro avanço em relação às representações propostas por Serafim e Bonetti (2017) e Serafim *et al.* (2018) é o fato da metodologia aqui utilizada para adequação do recorte do setor censitário à análise da vulnerabilidade costeira não se limitar à linha de costa. No presente trabalho, foram identificadas também as áreas dentro dos bairros que possuem maior vulnerabilidade frente aos eventos extremos costeiros. Isso auxilia na correção de imprecisões como, por exemplo, no trabalho de Serafim e Bonetti (2017), a praia de Moçambique ser representada com alta vulnerabilidade, o que os próprios autores consideraram ser um resultado inconsistente, já que o local faz parte da área protegida do Parque Estadual do Rio Vermelho, com ocupação inexistente junto à orla. Neste artigo percebeu-se um avanço, nesse sentido, já que locais onde não há ocupação humana, como a Praia de Moçambique, não foram mapeados com nenhum nível de vulnerabilidade, pois não apresentam exposição a eventos extremos. Esse fator serve para ilustrar a importância em utilizar apenas as áreas do setor censitário em que há presença de setores urbanizados.

Por fim, ao realizar uma análise comparativa com o trabalho de Mussi *et al.* (2018), que usou tanto a susceptibilidade natural quanto a exposição da população através do uso de dados censitários para gerar um mapeamento de vulnerabilidade para a Ilha de Santa Catarina, percebe-se que o presente artigo também contribuiu no avanço do estudo da vulnerabilidade social local. O trabalho citado, apesar de abrangente, inseriu apenas a variável densidade populacional ao seu índice de vulnerabilidade, não se propondo a estudar as características da população que interfe-

rem no aumento da vulnerabilidade local, como este artigo pôde fazer ao gerar um índice apenas com descritores de interesse à vulnerabilidade social.

Outro avanço com relação ao trabalho supracitado é a diferenciação entre os graus de vulnerabilidade em alguns locais, o que pode ser evidenciado nos ambientes abrigados da Baía Sul e Baía Norte, que aqui apresentaram índices de vulnerabilidade entre médio e alto. Tal resultado difere do representado por de Mussi *et al.* (2018), que identificou uma relativa homogeneidade nestes locais, entre baixa e muito baixa vulnerabilidade, dado que apenas a exposição da população à erosão e inundação foi considerada.

Desta forma, tem-se que os trabalhos anteriormente desenvolvidos na área possuem forte caráter natural, já que foram consideradas em maior número as variáveis físicas da área de estudo, representando, assim, mais uma vulnerabilidade física (susceptibilidade) do lugar, do que a vulnerabilidade das pessoas que o habitam. Embora isso tenha ido ao encontro dos objetivos dos autores, que buscaram identificar primariamente a atuação das forças naturais sobre a eventual ruptura do equilíbrio do sistema costeiro, houve uma subestimação do potencial analítico que poderia resultar de uma avaliação mais profunda da componente social da vulnerabilidade.

Por exemplo, ao longo da linha de costa oceânica, área diretamente sujeita aos efeitos das ondas, percebe-se como a questão social pode interferir na representação da vulnerabilidade, uma vez que mesmo estando expostas à mesma intensidade e tipo de fenômeno, o resultado do modelo espacial aponta diferentes níveis de vulnerabilidade, como pode ser claramente evidenciado na porção norte da Ilha de Santa Catarina.

É nesse sentido que a metodologia aqui proposta para adequação das informações censitárias fornecidas pelo Censo Demográfico 2010 do IBGE, na escala dos setores censitários, adquire relevância nos estudos futuros de vulnerabilidade costeira, principalmente em relação a produção de pesquisas que sejam capazes de integrar mais eficientemente as questões naturais e a ocupação humana, já que somente assim poderão ter uso efetivo nas políticas públicas de planejamento e gestão ambiental.

Considerações Finais

Apesar de não haver, até o momento, estratégias claras que permitam a comparabilidade entre diferentes resultados de estudos de vulnerabilidade, por conta de fatores como a liberdade na seleção das variáveis, dos intervalos de corte e do tipo de modelo adotado, é significativa a importância de cada estudo nos limites dos pressupostos adotados por seus autores (Bonetti e Woodroffe 2017). Neste contexto, o presente trabalho teve a intenção de avaliar os resultados da metodologia proposta principalmente no que diz respeito a integração de dados sociais à análise da vulnerabilidade costeira, comparativamente com resultados obtidos por outros autores que privilegiaram variáveis de natureza física na representação da vulnerabilidade.

Diversas são as limitações e desafios a serem transpostos, conforme evidenciado por esse artigo, como a dificuldade de obtenção dos dados, por conta da maneira de disponibilização dos mesmos de forma pouco intuitiva pelo IBGE, e o esforço significativo para adequação e trans-

posição dos dados para ambiente SIG, de forma a organizá-los de maneira sistemática visando sua aplicação da melhor forma possível para os estudos de vulnerabilidade costeira.

Neste trabalho foi proposta uma metodologia de adaptação das informações disponibilizadas pelo Censo Demográfico do IBGE através dos setores censitários, de forma a sistematizá-las para uso e incorporação em índices de vulnerabilidade costeira. Até o momento, não havia sido proposta uma metodologia nesse sentido, o que pode contribuir tanto para minimizar a lacuna de conhecimentos sobre vulnerabilidade, quanto para a aplicação em estudos nacionais, regionais e locais.

Como método comparativo para a representação da vulnerabilidade social no nível municipal a metodologia proposta apresentou bom desempenho. Os procedimentos adotados para ampliar a representatividade dos setores censitários do IBGE, informação com maior nível de desagregação intraurbana divulgada pelo órgão, contribuíram para uma análise mais fidedigna da vulnerabilidade social de populações costeiras.

Os resultados obtidos ilustram a importância de se realizar ajustes prévios quando da utilização dos setores censitários para estudos de vulnerabilidade costeira. Apontam ainda a necessidade de levantamentos em maior detalhe, usando metodologias que possam gerar dados mais objetivamente representativos para a linha de costa, considerada uma das zonas mais críticas quanto à fragilidade e exposição a futuros eventos extremos.

Submetido em 03 de maio de 2018.

Aceito para publicação em outubro de 2018

Referências

- BIRKMANN, J. **Measuring Vulnerability to Natural Hazards**. Towards Disaster Resilient Societies. United Nations University Press, 2006.
- _____. Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions. In: Birkmann, J. (Ed.). **Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies**. 2nd ed. United Nations University Press, Tokyo, Japan, pp. 9–54, 2013.
- BONETTI, J.; KLEIN, A. H. F.; MULDER, M.; DE LUCA, C. B.; SILVA, G. V.; TOLDO JR. E. E.; M. GONZÁLEZ. **Spatial and numerical methodologies on coastal erosion and flooding risk assessment**. Coastal Hazards. Cap. 16. Coastal Research Library Series. Springer, p. 423-442, 2013.
- BONETTI, J.; WOODROFFE, C. Spatial Analysis for Coastal Vulnerability Assessment. In: D. Bartlett & L. Celliers (Eds.), **Geoinformatics for Marine and Coastal Management**, pp. 367-395, United States: CRC Press, 2017.
- BONETTI, J.; RUDORFF, F. M.; CAMPOS, A. V.; SERAFIM, M. B. Geoinicator-based assessment of Santa Catarina (Brazil) sandy beaches susceptibility to erosion. SI: Management Strategies for Coastal Erosion Problems. **Ocean & Coastal Management**, 156:198-208. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.08.009>, 2018.
- CARDONA, O. D. The need of rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: A necessary review and criticism for effective risk management. In: Bankoff, G., Frerks, G. and Hilhorst, D. (Eds.). **Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People**. Earthscan Publishers, London, 2003.
- CLARK G.; MOSER S.; RATICK S.; DOW K.; MEYER W.; EMANI S.; JIN W.; KASPERSON J.; KASPERSON R.; SCHWARZ H. Assessing the vulnerability of coastal communities to extreme storms: the case of Revere, MA, USA. **Mitig Adapt Strateg Glob Chang** 3:59–82, 1998.
- CUTTER S, MITCHELL J, SCOTT M. Revealing the vulnerability of people and places—a case study of Georgetown County, South Carolina. **Ann Assoc Am Geogr** 90(4):713–737, 2000.
- CUTTER S. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, 20(4): 529–589, 1996.
- CUTTER S. L.; BORUFF B. J.; SHIRLEY W. L. Social Vulnerability to Environmental Hazards. **Social Science Quarterly**, Volume 84, Number 2, 2003.
- EKLUND L.; TELLIER S. Gender and international crisis response: do we have the data, and does it matter? **Disasters**, Volume 36, Issue 4, pp. 589–608, 2012
- FOTHERGILL, A. AND PEEK, L.A. Poverty and disasters in the United States: A review of recent sociological findings. **Natural Hazards** 32, p.89–110, 2004.
- GORNITZ, V.; WHITE, T.W.; CUSHMAN, R.M. Vulnerability of the US to future sea level rise. In: **7th Symposium on Coastal and Ocean Management**, Long Beach, p. 1345-1359, 1991.

- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Áreas Urbanizadas no Brasil: Municípios Costeiros**, 2005. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia_urbana/areas_urbanizadas/mapas.shtm
- _____. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default>.
- _____. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default>.
- HORN FILHO, N.O. (Org.); LEAL, P.C.; OLIVEIRA, J.S. **Geologia das 117 praias arenosas da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. 228p.
- IPCC: **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. 2014.
- IPCC-GLOBAL CLIMATE RISK INDEX 2016. **Who Suffers Most From Extreme Weather Events?** Weather-related Loss Events in 2014 and 1995 to 2014, 2016.
- IPIF. **Geo Guia Florianópolis** – versão 2.02.10. 2003
- LINS-DE-BARROS, F.M.. Análise Integrada da Vulnerabilidade Costeira e dos Riscos Associados. **VI Congresso em Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras em Países de Expressão Portuguesa**, Cabo Verde 2011.
- MASSELINK, G.; GEHRELS, R. **Coastal environments and global change**. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 448 p., 2014
- MAZURANA D.; BENELLI P.; WALKER P. How sex and age-disaggregated data and gender and generational analyses can improve humanitarian response. **Disasters**, Volume 37, pp. 68-82, 2013.
- MONTEIRO, M. A.; MENDONÇA, M. Dinâmica atmosférica no estado de Santa Catarina. In. HERMANN, M. L. de P. (org). **Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina**. Florianópolis, p. 05-10. 2006.
- MUEHE, D. Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da orla costeira para fins de gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, volume 2, número 1, 2001.
- MULER, M.; BONETTI, J. An integrated approach to assess wave exposure in coastal areas for vulnerability analysis. **Marine Geodesy**, 37(2):220-237. ISSN. 0149-0419. DOI:10.1080/01490419.2014.902886, 2014.
- MUSSI, C. S.; BONETTI, J.; SPERB, R. M. Coastal sensitivity and population exposure to sea level rise: a case study on Santa Catarina Island, Brazil. **Journal of Coastal Conservation**. P.1-15. <https://doi.org/10.1007/s11852-018-0619-8>, 2018.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Tools and Methods for Estimating Populations at Risk from Natural Disasters and Complex Humanitarian Crises**. The National Academy of Sciences, 2007.
- NEUMAYER, E.; PLÜMPER T. The gendered nature of natural disasters: the impact of catastrophic events on the gender gap in life expectancy, 1981-2002. **Annals of the Association of American Geographers**, 97, 3, pp.551-566, 2007.
- NGUYEN, T. T. X.; BONETTI, J.; ROGERS, K.; WOODROFFE, C. D. Indicator based assessment of climate-change impacts on coasts: A review of concepts, approaches and vulnerability indices. **Ocean and Coastal Management**, 123: 18–43, 2016.
- NICOLODI, J. L.; PETERMANN, R. M. Vulnerability of the Brazilian Coastal Zone in its Environmental, Social, and Technological Aspects. **Journal of Coastal Research**, v. SI 64, p. 1372-1379, 2011.
- RYGEL, L.; O’SULLIVAN, D.; YARNAL, B. **A Method for Constructing a Social Vulnerability Index: An Application to Hurricane Storm Surges in a Developed Country**. Springer, 11, 741-764, 2006.
- RUDORFF, F. M.; BONETTI FILHO, J.; MORENO, D. A.; OLIVEIRA, C. A. F; MURARA, P. G. Maré de tempestade. In: Herrmann, M. L. P. **Atlas de desastres naturais do Estado de SC: período de 1980 a 2010**. 2. Ed. IHGSC/Cadernos Geográficos, Florianópolis, p. 151-154, 2014.
- SERAFIM, M.; BONETTI, J. Vulnerabilidade das praias do Estado de Santa Catarina a eventos de erosão e inundação costeira: proposta metodológica baseada em um índice multicritério. **Quaternary and Environmental Geosciences**, 08(2):36-54. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v8i2.47281>, 2017.
- SERAFIM, M. B.; SIEGLE, E.; CORSI, A. C; BONETTI, J. Coastal vulnerability to wave impacts using a multi-criteria index: Santa Catarina (Brazil). **Journal of Environmental Management**, 230:21-32, 2019.
- SZLAFSZTEIN, F.; STERR, A. A GIS-based vulnerability assessment of coastal natural hazards, state of Pará, Brazil. **Journal of Coastal Research**, 11(1):53-66, 2007.
- UNISDR (United Nations Development Strategy for Disaster Reduction). **UNISDR Terminology on Disaster Reduction**. United States Nations, Geneva, Switzerland, 2009.
- WELLE T.; BIRKMANN J. The World Risk Index – An Approach to Assess Risk and Vulnerability on a Global Scale. **JEE**, Vol. 2, No. 1, 34 p., World Scientific Pub. Company, 2015.
- WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. **At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**. Second Edition, 2003.