


# Vulnerabilidade social no litoral lagunar do Rio Grande do Sul: mapeamento de índice de vulnerabilidade social para a orla municipal de Pelotas-RS

**Allan de Oliveira**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
Instituto de Biociências, Centro de Ecologia.  
Porto Alegre. Rio Grande do Sul. Brasil


deoliveira.a.o@gmail.com

 0000-0001-8287-1894

**Moisés Ortemar Rehbein**

Universidade Federal de Pelotas.  
Instituto de Ciências Humanas. Pelotas.  
Rio Grande do Sul. Brasil

moisesgeoufpel@gmail.com

 0000-0001-8237-437X

**e-192343**

## Como citar este artigo:

OLIVEIRA, A.; REHBEIN, M. O. Vulnerabilidade social no litoral lagunar do Rio Grande do Sul: mapeamento de índice de vulnerabilidade social para a orla municipal de Pelotas-RS. **Geosp**, v. 26, n. 3, e-192343, dez. 2022. ISSN 2179-0892. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/192343>. doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2022.192343.pt>



Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 License.

revista

**Geo**   
**USP**  
espaço e tempo

Volume 26 • n° 3 (2022)

ISSN 2179-0892

# Vulnerabilidade social no litoral lagunar do Rio Grande do Sul: mapeamento de índice de vulnerabilidade social para a orla municipal de Pelotas-RS

---

## Resumo

A elevação do nível do mar resultante da mudança climática vem alterando a dinâmica dos sistemas costeiros e pondo em risco a população que reside em zonas costeiras baixas. Identificar a população em situação de vulnerabilidade social é fundamental, pois é esta que mais sofrerá o impacto de subida do nível do mar. O objetivo deste artigo é gerar um índice de vulnerabilidade social (IVSo) para a orla municipal de Pelotas, no Rio Grande do Sul. Adotou-se a análise de componentes principais considerando 11 indicadores para o ano de 2010 nos setores censitários em contato com a orla. A metodologia explicou 80,8% da variância dos dados a partir de três componentes. A maioria dos setores apresentou IVSo alta (82,6%), e os indicadores renda e educação tiveram o maior peso na definição do índice.

**Palavras-chave:** Índice de vulnerabilidade social. Mudança climática. Elevação do nível do mar. Análise de componentes principais. Escala local.

---

## Climate change and social vulnerability of the lagoon coastline of Rio Grande do Sul: mapping the social vulnerability index for the coast of Pelotas-RS

---

### Abstract

The sea-level rise resulting from climate change is altering the dynamics of coastal systems, putting the population residing in low-lying coastal areas at risk. Identifying the population in a situation of social vulnerability is essential, as it is this population that will suffer even more from the impact of sea-level rise. The aim of this article was to generate a Social Vulnerability Index (SoVI) for the coast Pelotas, in the Rio Grande do Sul. The approach adopted was principal component analysis, using 11 indicators for the year 2010 in the census sectors in contact with the coastline.

The methodology explained 80.8% of the data variance from 3 components. Most sectors had a high SoVI (82.6%), and the income and education indicators had the greatest weight in the index definition.

**Keywords:** Social vulnerability index. Climate change. Sea-level rise. Principal component analysis. Local scale.

---

## Cambio climático y vulnerabilidad social del litoral lagunar de Rio Grande do Sul: el mapeo del índice de vulnerabilidad social para la costa de Pelotas-RS

---

### Resumen

El aumento del nivel del mar como consecuencia del cambio climático está alterando la dinámica de los sistemas costeros, poniendo en riesgo a la población que reside en las zonas costeras bajas. Identificar a la población en situación de vulnerabilidad social es fundamental, ya que es esta población la que sufrirá aún más el impacto de la subida del nivel del mar. El objetivo de este artículo fue generar un índice de vulnerabilidad social (IVSo) para la costa de Pelotas, en Rio Grande do Sul. El enfoque adoptado fue el análisis de componentes principales, utilizando 11 indicadores para el año 2010 en sectores censales en contacto con la costa. La metodología explicó el 80,8% de la varianza de los datos de 3 componentes. La mayoría de los sectores tuvieron un IVSo alto (82,6%), y los indicadores de ingresos y educación tuvieron el mayor peso en la definición del índice.

**Palabras clave:** Índice de vulnerabilidad social. Cambio climático. Aumento del nivel del mar. Análisis de componentes principales. Escala local.

---

## Introdução

Os processos de urbanização e industrialização que ocorreram em várias partes do mundo repercutiram em diversas alterações na paisagem, que resultaram em poluição e perda de ecossistemas. Nas últimas décadas, esses processos se intensificaram, e os efeitos dessas mudanças antes observados e analisados apenas em escala local e em curto período, passaram a ter importância global de médio e longo prazos. Desde 1988, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) vem debatendo os efeitos das mudanças impressas pela sociedade no clima global em função da liberação de CO<sub>2</sub> e do conseqüente aquecimento global. A elevação do nível do mar, que atinge diretamente as cidades das zonas costeiras, é um dos perigos discutidos pelos cientistas do IPCC, pois põe em risco a vida humana e os meios de subsistência (IPCC, 2021).

Quase metade das 6,7 bilhões de pessoas no mundo reside na zona costeira e/ou próxima ao litoral, estando vulnerável a tempestades e à elevação do nível do mar (Titus, 2009). No Brasil existem muitas cidades, de pequenas até grande porte, além de regiões metropolitanas, com grande concentração de população, sendo um desafio para gestores costeiros. De acordo com Pethick (2001), os gestores tendem a adotar uma visão de curto período em pesquisas sobre alterações na zona costeira, não estando preparados para alterações de médio e longo prazos, casos dos possíveis impactos das mudanças no cenário climático. Além disso, não existem séries históricas longas, que permitam análises mais acuradas dos processos que transcorrem nessas áreas.

Os efeitos das mudanças climáticas alteraram a dinâmica dos sistemas costeiros quer pela elevação do nível do mar e/ou pelo aumento da pluviosidade em bacias hidrográficas, gerando inundações urbanas, erosão praial ou intrusão de águas salinas no nível hidrostático, quer pela alteração no padrão dos eventos climáticos, como ciclones e frontogêneses. Nicholls e Cazenave (2010) também afirmam que mudanças na paisagem ou na dinâmica costeira podem implicar risco para a população residente, bem como impor-lhe a necessidade de migrar.

Para Cutter, Boruff e Shirley (2003), os sistemas costeiros têm elevada vulnerabilidade física, e, por isso, as comunidades com vulnerabilidade social tendem a sofrer ainda mais com o impacto da subida do nível mar e as inundações resultantes. Nessa perspectiva, foi promulgada a Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Brasil, 2009). Entre os vários objetivos dessa lei, está o de formular iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos aos efeitos atuais e esperados da mudança do clima. De acordo com o IPCC (2014), é preciso compreender a vulnerabilidade social das comunidades em escala local, identificando aquelas que sofreriam mais com os impactos negativos dos eventos climáticos.

A vulnerabilidade social pode ser definida como as desigualdades sociais que impedem uma pessoa ou comunidade de lidar com determinado perigo, expondo-as a um risco (Adger, 1999; Cutter; Boruff; Shirley, 2003; Bonetti; Woodroffe, 2017). De acordo com McCarthy et al. (2001), para compreender a vulnerabilidade, devem-se considerar pelo menos três componentes: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. Nguyen et al. (2017) afirmam que existem pessoas vulneráveis mas com características resilientes, pela capacidade adaptativa; é preciso

compreender quais devem ser os indicadores socioeconômicos e demográficos a considerar na determinação da vulnerabilidade social e na proposição de um índice de vulnerabilidade social (IVSo).

O IVSo é uma abordagem metodológica amplamente aplicada em vários lugares do mundo – Israel (Felsenstein; Lichter, 2014), China (Su et al., 2015), Lisboa/Portugal (Guillard-Gonçalves et al., 2015), Brasil (Hummell et al., 2016), São Paulo/Brasil (Roncancio; Nardocci, 2016), Taiwan (Wu et al., 2016) e Irã (Hadipour; Vafaie; Kerle, 2020) – para identificar a vulnerabilidade social da população residente. Todas as pesquisas adotaram um padrão similar para desenvolver seu índice, como explicam Tate (2013) e Hadipour, Vafaie e Kerle (2020): (a) seleção de indicadores, (b) normalização dos indicadores e de seu respectivo peso e (c) combinação dos indicadores. Mesmo assim, há que entender que estruturar um IVSo é um processo complexo e, além disso, deve-se concentrar nas características espaciais da área onde se está organizando o índice.

Existem muitas abordagens na realização do índice, desde uma estatística simples até uma multivariada, bem como um processo analítico hierárquico (Analytic Hierarchy Process – AHP). Cutter, Boruff e Shirley (2003) usaram a análise de componentes principais (ACP) (estatística multivariada), e desde então várias pesquisas também se valem do mesmo processo para criar seus índices. Esse modelo se baseia na compreensão de que os indicadores têm pesos iguais, de modo que não se pode determinar que um seja mais importante que outro; o que importa é a correlação entre eles, formando componentes. Já em AHP se identifica e calcula a importância dos indicadores a partir de modelo desenvolvido por Saaty (1977), numa análise multicritérios para determinar o índice. A importância e os pesos dos indicadores em AHP são determinados subjetivamente, a partir da compreensão dos analistas na decisão.

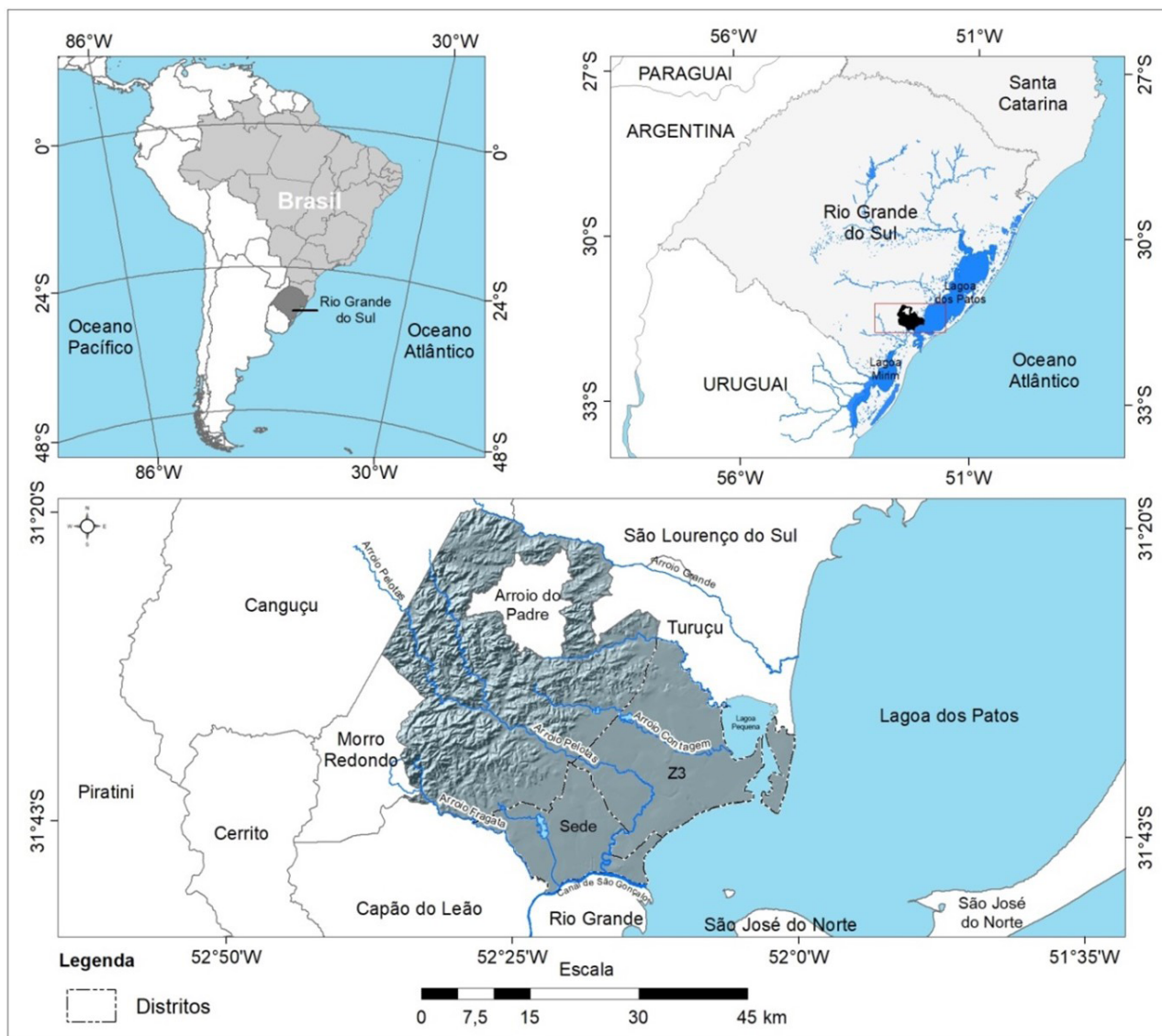
Em trabalhos pioneiros como os de Gornitz e Kanciruk (1989) ou Gornitz (1991), as variáveis socioeconômicas que formam um IVSo são unidas a variáveis estruturais (geologia, geomorfologia, altitude) e de processos (taxa de elevação do nível do mar, maré, altura e período de ondas, taxa de retrogradação da linha de costa) para formar um índice de vulnerabilidade costeira (IVC). Esta abordagem vem sendo utilizada de modo crescente e em diversas escalas (Rangel-Buitrago et al., 2020). Para sistemas costeiros oceânicos esta metodologia está bem estruturada, principalmente pela forma como as variáveis de processos se apresentam na construção do IVC. Entretanto, isso não acontece da mesma forma em sistemas costeiros abrigados, que têm variáveis de processos diferentes (De Oliveira; Bonetti, 2021), sendo uma área do conhecimento a ser investigada.

Assim, o principal objetivo deste estudo é desenvolver um IVSo para o município de Pelotas, situado num sistema costeiro abrigado, com enfoque em sua orla (escala local). A abordagem adotada é a de ACP proposta por Cutter, Boruff e Shirley (2003) e adequada à área de estudo. Os cenários de mudança climática discutidos pelos cientistas do IPCC (2014, 2021) reforçam a necessidade de estudos sobre o tema, para elaborar/desenvolver projetos que visem integrar o IVSo com variáveis estruturais e de processos para criar um IVC, visto que as projeções de elevação do nível do mar continuam se acelerando.

## Área de estudo

De acordo com o Programa de Gerenciamento Costeiro do Rio Grande do Sul (Gerco), Pelotas é um dos municípios que integra o Litoral Médio Oeste do estado, situado na margem oeste da Lagoa dos Patos. A extensão da linha de costa da orla de Pelotas tem aproximadamente 109,5 km, sendo parte dela nas margens da Lagoa dos Patos (93,2 km) e outra parte no Canal de São Gonçalo (16,3 km) (Figura 1).

**Figura 1 – Localização do município de Pelotas**



Fonte: Os autores, 2021.

A Lagoa dos Patos é a maior laguna costeira do Brasil, com 240 km de comprimento no sentido NE-SO e largura média de 40 km. É uma laguna relativamente rasa, com profundidade média de 6 m, que se conecta com o Oceano Atlântico através do Canal da Barra do Rio Grande (Toldo Jr. et al., 2006). Em sua porção mais ao sul, fica o estuário da Lagoa dos Patos,

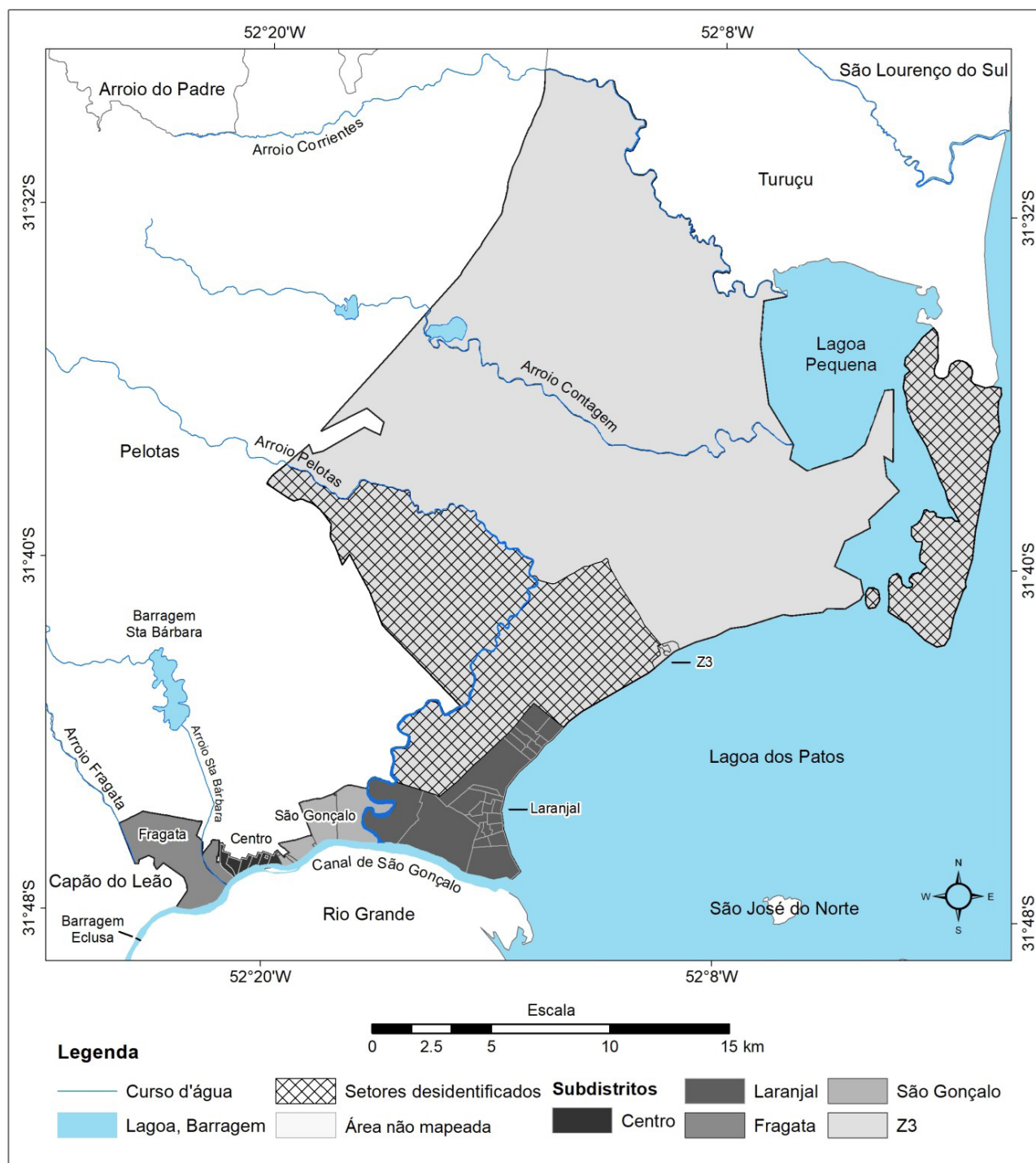
com hidrodinâmica controlada pela combinação de ventos locais sobre a superfície da lagoa (mecanismo de elevação/rebaixamento), de ventos não locais na zona costeira (transporte de Ekman agindo a 90° para a esquerda da direção do vento) e pela descarga de rios na porção norte (Fernandes et al., 2002). De acordo com Möller et al. (2001), quando o regime fluvial é de moderado a baixo, a circulação hidrodinâmica é controlada pela ação dos ventos. Os ventos do quadrante sudoeste são os responsáveis pela entrada de água salgada no interior da lagoa, e os de quadrante nordeste, pela saída de água do interior da lagoa para o oceano adjacente.

O Canal de São Gonçalo é natural e conecta a Lagoa Mirim à Lagoa dos Patos, formando o maior complexo lagunar da América do Sul (Oliveira et al., 2015). Esse canal natural permitia trocas de massas d'água entre as duas lagoas, mas a construção da Barragem Eclusa aproximadamente a 17,9 km no sentido Lagoa dos Patos/Lagoa Mirim alterou a hidrodinâmica local. Essa barragem impede a entrada de águas mixohalinas na Lagoa Mirim, definindo então duas seções para o Canal: a montante da Barragem Eclusa há uma seção límnic, em que não há salinidade, e a jusante, a seção estuarina, em que há salinidade, seção está na qual está inserida a orla do município de Pelotas.

Em contexto geológico-geomorfológico a área de abrangência do estudo está assentada sobre depósitos de sistemas lagoas-barreiras, gerados por transgressões e regressões marinhas, em diferentes episódios de glácio-eustatismo ocorridos durante o Quaternário (Tomazelli; Villwock, 2000). De acordo com Cruz (2019), há na área de estudo depósitos pleistocênicos e holocênicos, como eólicos, de praias, lagunares, aluviais e turfeiras. Como unidade morfoescultural do relevo, a área se insere no contexto da Planície das Lagoas dos Patos-Mirim (Ross, 1985). Observando dados morfológicos e morfogenéticos do modelado, Silva, A. e Rehbein (2018) mapearam na área terraços lagunares, planícies alúvio-lagunar, lacustres, paludiais e feição em pontal. Esse relevo se caracteriza por superfícies planas, de declividades inferiores a 2%, de patamares altimétricos alternados: os terraços são predominantes nas faixas altimétricas de 10 a 20 m, as planícies, dos 2 aos 10 m, e o pontal entre as cotas de 1 e 2 m. Os solos são mal drenados, com formação de gleissolos, espodossolos, neossolos flúvicos, planossolos e organossolos (Cunha; Silveira, 1996). As planícies e o pontal compreendem modelados periodicamente inundados pelas águas de escoamento dos corpos lacustre, lagunar, canais fluviais e ou ascensão freática (Silva, A.; Rehbein, 2018).

No último Censo Demográfico, de 2010, havia no município 328.275 habitantes, distribuídos em nove distritos, com densidade demográfica de 203,89 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2011). Em contato com a orla municipal, estão os distritos de Sede e de Colônia Z3. O primeiro tem quatro subdistritos em contato com a orla, todos com domicílios urbanos: Centro, Fragata, Laranjal e São Gonçalo. O segundo não é dividido em subdistritos e tem todos os domicílios em situação rural (Figura 2).

**Figura 2 – Localização dos subdistritos e setores censitários da orla do município de Pelotas**



Fonte: Os autores, 2021.

A área de estudo tem 33 setores censitários que interseccionam a orla municipal, mas esse número aumenta para 48 se se consideram os setores enclaves (sem contato com a orla, mas cercados pelos selecionados devido ao contato com a orla). Destes, 28 estão conectados à orla lagunar e 20 à orla do Canal de São Gonçalo. Ao todo, são 25.729 habitantes distribuídos em 8.514 domicílios particulares permanentes (IBGE, 2011).



## Metodologia

### Fonte de dados

O IVSo da área de influência da orla do município de Pelotas foi determinado a partir de dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2011) e da análise de informações disponíveis sobre os setores censitários. Setor censitário é a menor unidade territorial formada por área contínua integralmente contida em área urbana ou rural do país (IBGE, 2011). Não foi possível usar dados mais atuais, pois não se realizou ainda o Censo seguinte previsto pelo IBGE.

Para selecionar os setores censitários, pesquisaram-se os subdistritos que têm intersecção com a linha de costa de Pelotas e logo os setores censitários na mesma condição. Os dados provêm da Base de informações do Censo Demográfico (IBGE, 2011). Foram selecionados 48 setores censitários, dos quais 33 têm intersecção com a linha de costa e mais 15 setores enclaves. Dois setores não puderam ser considerados na análise, pois não têm informações disponíveis, em observância ao princípio da confidencialidade (IBGE, 2018). Assim, os dados desses dois setores estão desidentificados nas planilhas de dados do IBGE.

### IVSo e adaptação à área de estudo

A construção do IVSo da área de estudo tem como base os de Cutter (1996) e Cutter, Mitchell e Scott (2000), que criaram o índice dos EUA. O IVSo da área de influência da orla de Pelotas apresenta uma escala espacial local (o espaço urbano), usando dados de setores censitários, diferentemente das pesquisas mencionadas anteriormente. Por essas razões, fizeram-se adaptações para construir o índice.

No Brasil, o IBGE disponibiliza diversas variáveis demográficas e econômicas, e há que definir um critério para escolher quais serão utilizadas na construção do índice. Para Yoon (2012), devem-se fazer duas perguntas antes de criar um IVSo: (1) como selecionar as variáveis? e (2) uma vez selecionadas, como combiná-las para formar o índice?

As pesquisas de Cutter, Mitchell e Scott (2000), Yoon (2012), Felsenstein e Lichter (2014) e Zhou et al. (2014) usam os seguintes indicadores: número total de pessoas, número de residências, número de pessoas com acesso diferenciado a recursos de infraestrutura urbana e mais suscetíveis devido a fragilidade física (faixas etárias específicas como menores de 5 anos, até 18 anos e acima de 65 anos) e renda familiar que define riqueza ou pobreza.

A partir das perguntas formuladas por Yoon (2012) e com base nas pesquisas sobre IVSo, formulou-se um modelo teórico-lógico para a criação do índice, análogo ao proposto por Peixoto et al. (2020) na criação de um índice de vulnerabilidade à saúde em Aracajú/SE. Três dimensões foram consideradas: características demográficas, socioeconômicas e de infraestrutura. Para cada dimensão, foram escolhidos indicadores para determinar a vulnerabilidade social da população residente. O Quadro I mostra os 11 indicadores selecionados para compor o IVSo.

**Quadro 1 – Indicadores selecionados para o cálculo do IVSo**

| <b>características demográficas</b>   |               |
|---|---------------|
| <b>indicador</b>  | <b>código</b> |
| % da população de cor ou raça preta   | IPP           |
| % da população até 9 anos   | IPIn          |
| % da população acima de 60 anos   | IPIId         |
| <b>características socioeconômicas</b>  |               |
| <b>indicador</b>  | <b>código</b> |
| % da população analfabeta   | IPA           |
| % da população responsável por domicílios analfabeta                                      | IPAR          |
| rendimento nominal médio <i>per capita</i> dos domicílios                                 | IVRN          |
| % dos domicílios com renda de até 1 salário-mínimo  | IDRIs         |
| % dos domicílios com renda de até 1 salário-mínimo onde a mulher é a responsável          | IDRMIs        |
| % dos domicílios com pessoas acima de 10 anos e renda domiciliar de até um salário-mínimo | IDRPIs        |
| % dos domicílios sem renda  | IDSR          |
| <b>características de infraestrutura</b>  |               |
| <b>indicador</b>  | <b>código</b> |
| % de domicílios alugados  | IDA           |

Fonte: Os autores, 2021.

Foi aplicada uma ACP com os 11 indicadores selecionados, a fim de explorar os dados com vistas a prospectar as relações lineares entre eles, bem como a existência de componentes que os sumarizem. A ACP é um método usado em várias pesquisas com o mesmo tema, como a de Cutter, Borruf e Shirley (2003) nos EUA, a de Guillard-Gonçalves et al. (2015) em Lisboa/Portugal, a de Hummell et al. (2016) no Brasil, a de Julião e Lima (2020) em Pernambuco, e a de Roncancio e Nardocci (2016) na cidade de São Paulo. A ACP pode ser entendida como uma forma de reduzir e interpretar dados, permitindo avaliar a adequação dos indicadores, suas correlações e influência (peso) em cada componente.

Quando são altamente correlacionados, os indicadores são combinados de modo a formar a primeira componente, que explicará a maior variância na amostra. As demais componentes são formadas pela segunda maior variância, terceira, quarta e assim sucessivamente. O número de componentes será igual ao número de indicadores, e não haverá correlação entre eles.

Os dados de todos os indicadores foram normalizados pela equação 1, a qual faz com que a média de cada indicador seja igual a 0 e o desvio padrão igual a 1. A normalização é necessária, pois nem todos os indicadores têm a mesma unidade e grandeza. Após a normalização, verificou-se a adequação dos dados usando o critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de esfericidade de Bartlett, que testa a hipótese de que os indicadores não são correlacionados na população.

$$x_i = \frac{x_i - \text{média}(x)}{\text{desvio padrão}(x)} \quad (1)$$

Onde:

$x_i$  é o valor observado no indicador para cada setor censitário;

$x$  é o indicador.

A estatística KMO, cujos valores variam de 0 a 1, avalia a adequação dos indicadores quanto ao grau de correlação parcial entre eles. O valor de KMO próximo de 0 indica que a análise pode não ser adequada (correlação fraca entre os indicadores). Ou seja, quanto mais próximo de 1, mais adequada será a análise, devendo o valor ser superior a 0,7.

Com a ACP realizada foram escolhidas as componentes que seriam utilizadas, sendo as mesmas normalizadas, a fim de que os valores ficassem no intervalo de 0 a 1. Foi aplicada a transformação proposta por Alcântara, Strach e Ajara (2013), como consta na equação 2. Quanto mais próximos de 0 estiverem os valores, menor será a vulnerabilidade; analogamente, quanto mais próximos de 1 maior, será a vulnerabilidade.

$$y_i = \frac{(x_i - x_{\text{mínimo}})}{(x_{\text{máximo}} - x_{\text{mínimo}})} \quad (2)$$

Onde:

$y_i$  é o valor transformado da i-ésima observação do indicador para cada setor censitário;

$x_i$  é o valor observado do indicador para cada setor censitário;

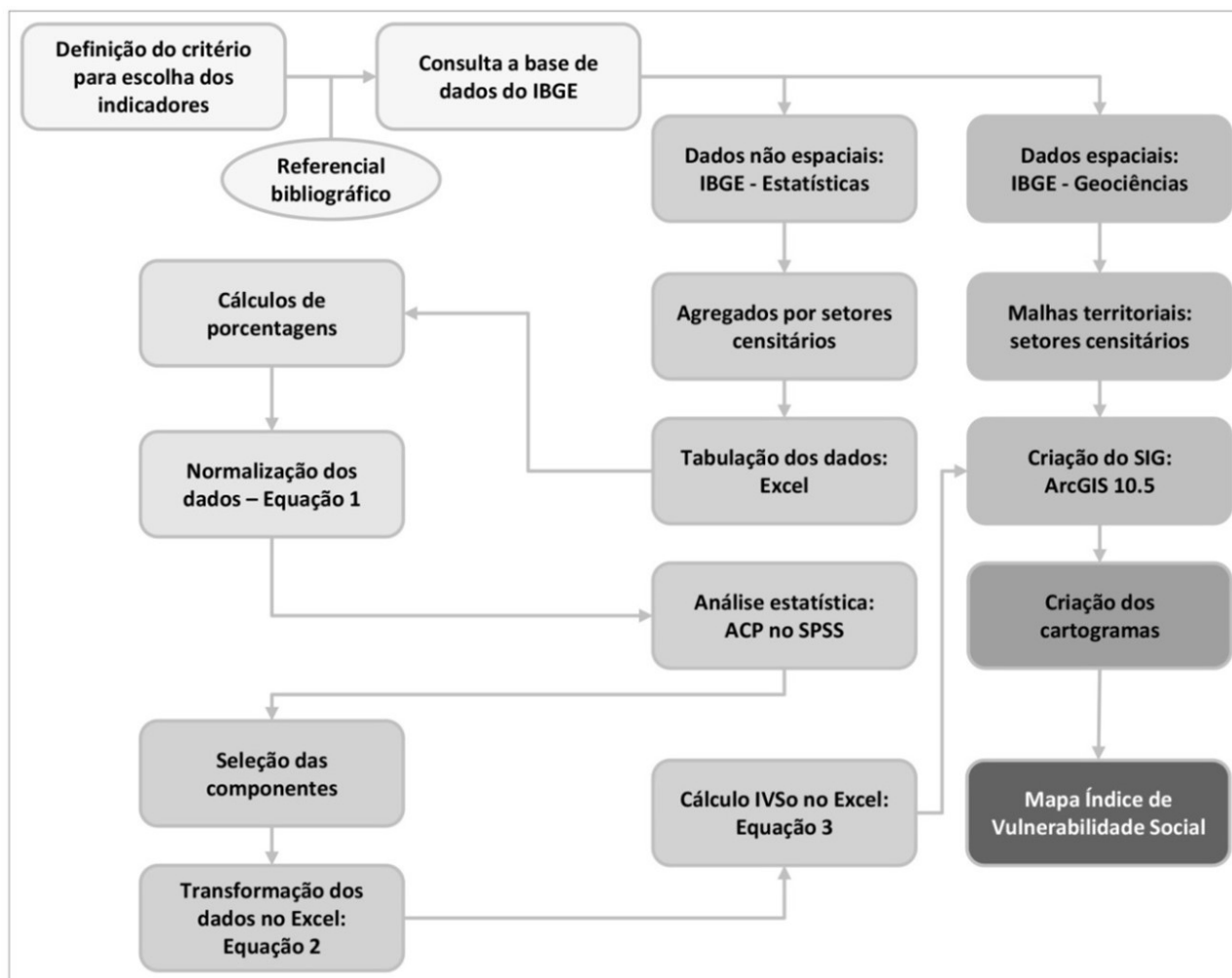
$x_{\text{mínimo}}$  é o valor mínimo observado do indicador;

$x_{\text{máximo}}$  é o valor máximo observado do indicador.

Com as componentes transformadas, foi calculado o IVSo a partir da proposta de Gornitz (1991), como mostra a equação 3. Estabeleceram-se os seguintes intervalos de vulnerabilidade: baixa (0-0,25), intermediária (0,25-0,5), alta (0,5-0,75) e muito alta (0,75-1). Todo procedimento estatístico foi realizado no *software* SPSS-PASW Statistics 18, e os resultados foram espacializados pela criação de um sistema de informações geográficas no ArcGIS 10.5 usando dados espaciais do tipo vetorial (malha territorial – setores censitários) disponíveis no IBGE – Geociências. A Figura 3 mostra o fluxograma metodológico.

$$IVSo = \sqrt{\frac{\sum \text{componentes utilizadas}}{\text{número de componentes utilizadas}}} \quad (3)$$

**Figura 3 – Fluxograma metodológico**



Fonte: Os autores, 2021.

## Resultados e discussão

O critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de esfericidade de Bartlett mostraram que a ACP poderia ser feita com os indicadores selecionados para o IVSo. O KMO encontrado foi de 0,740, considerado bom, de acordo com Hutcheson e Sofroniou (1999). Quanto ao teste de esfericidade de Bartlett, o Sig baixo (0,000) rejeita que a matriz das correlações nos indicadores é identidade, evidenciando, portanto, que existe correlação entre variáveis. Com isso, três componentes geradas pela ACP foram selecionadas, por ter Eigenvalues maiores que 1, o que é indicado na literatura (Jolliffe, 2002). Essas componentes explicam 80,8% da variância. A Tabela 1 mostra os resultados dos testes KMO e de Bartlett, e a Tabela 2, as componentes com os indicadores que as compõem, o valor de correlação de cada indicador e a variância das componentes.

**Tabela 1 – Resultados dos testes estatísticos**

|  |              |         |
|--|--------------|---------|
| <b>Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)</b>          |              | 0,740   |
|  | qui-quadrado | 518,472 |
| <b>teste de esfericidade de Bartlett</b> | df           | 55      |
|  | Sig.         | 0,000   |

Fonte: Os autores, 2021.

**Tabela 2 – Variância das componentes e peso de cada indicador em sua construção**

|                       | <b>componente 1</b> | <b>componente 2</b> | <b>componente 3</b> |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>% de variância</b> | 56,1%               | 13,7%               | 11,0%               |
|                       | IPA (0,869)         | IPIn (0,789)        | IPP (0,721)         |
|                       | IPAR (0,869)        | IPId (-0,827)       | IDSR (0,799)        |
| <b>indicadores</b>    | IVRN (-0,770)       | IDA (-0,737)        |                     |
|                       | IDRIs (0,893)       |                     |                     |
|                       | IDRMIs (0,920)      |                     |                     |
|                       | IDRPIs (0,898)      |                     |                     |

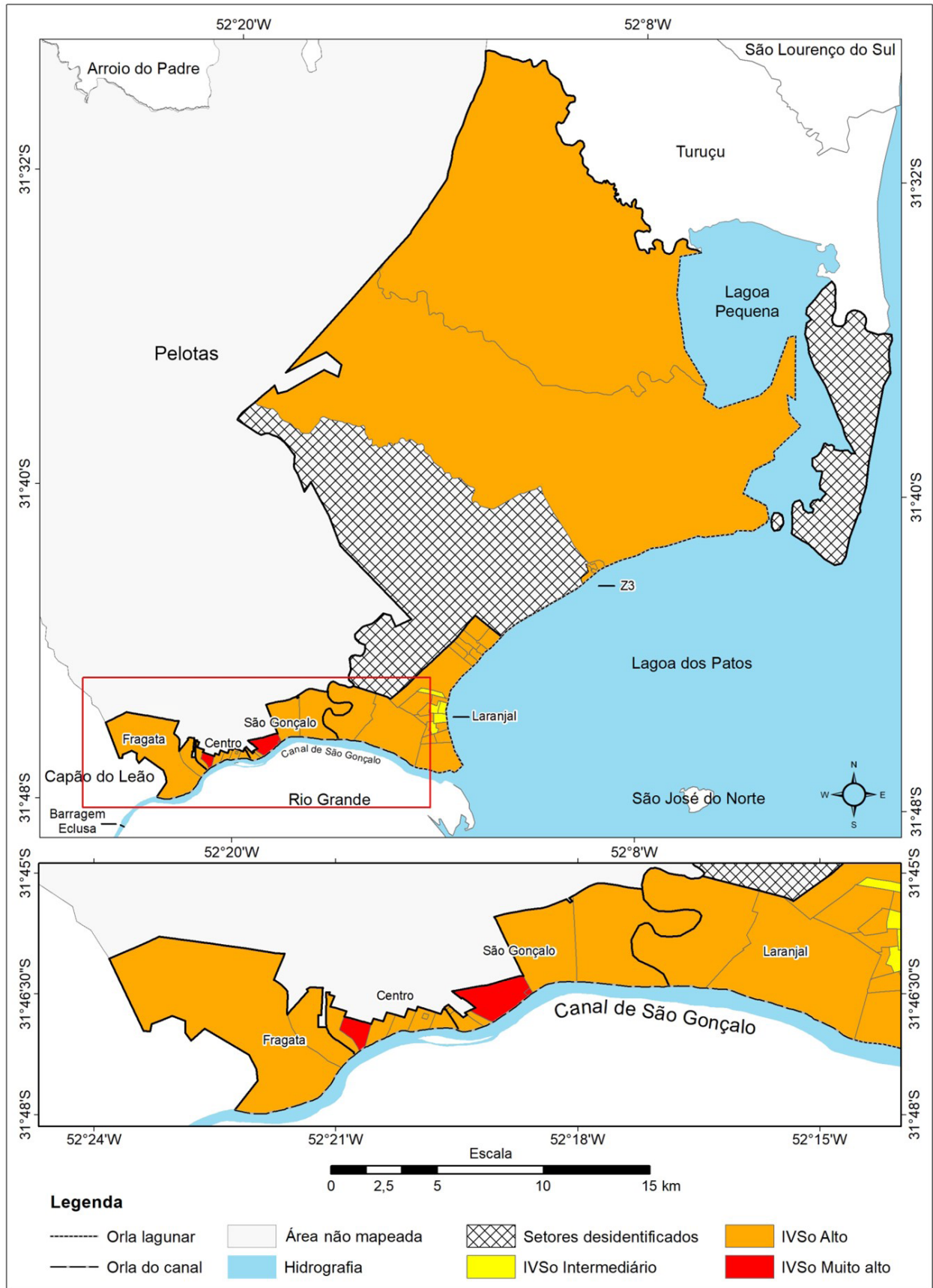
Fonte: Os autores, 2021.

Os indicadores selecionados já demonstram isoladamente pessoas em vulnerabilidade social, como por exemplo, o indicador porcentagem de domicílios sem renda. Dessa perspectiva e com o cálculo do IVSo, nenhum dos 46 setores censitários da área de estudo apresentou vulnerabilidade social baixa. A maioria dos setores censitários apresentou vulnerabilidade social alta (82,6%). Com vulnerabilidade social muito alta e intermediária estão 6,5% e 10,9% dos setores censitários, respectivamente (Figura 4).

Nos setores censitários da orla lagunar, a vulnerabilidade social é de intermediária (17,9%) a alta (82,1%). Esses setores estão no distrito Z3, que apresentou vulnerabilidade social alta, e no subdistrito Laranjal, que, além de alta, também apresentou vulnerabilidade social intermediária. Quando se analisa a componente 1, que explica 56,1% da variância, é nos setores censitários do distrito Z3 que ocorrem as maiores taxas de analfabetismo, tanto da população geral (de 11,1% a 16,6%), quanto dos responsáveis pelos domicílios (14,4% a 16,6%). Nas variáveis relativas à renda, observa-se a mesma situação, com setores da Z3 apresentando a maior porcentagem de domicílios com renda de até um salário-mínimo (65% a 84,7%) e outros de até um salário-mínimo onde a mulher é responsável (33,3% a 65,7%).

No subdistrito Laranjal, a taxa de analfabetismo dos responsáveis por domicílio dos setores com vulnerabilidade social intermediária é de 0%, e a taxa de analfabetismo geral não ultrapassa 0,6%. A porcentagem de domicílios com até um salário-mínimo fica entre 11,7% e 24,8%. Já a porcentagem de domicílios com até um salário-mínimo onde a mulher é responsável fica entre 3,2% e 14,9%. Nos setores do Laranjal com vulnerabilidade social alta, a taxa de analfabetismo geral e de responsáveis por domicílios fica entre 0,3% e 8,5% ou 0% e 7,1%, respectivamente. Quanto à renda, a porcentagem de domicílios com até um salário-mínimo fica entre 9,6% e 83,7% e de domicílios com até um salário-mínimo onde a mulher é responsável, entre 3,17% e 39,3%.

**Figura 4 – Índice de vulnerabilidade social da área de estudo**



Na orla do Canal de São Gonçalo, a maioria dos setores apresentou vulnerabilidade social alta (83,3%), além dos setores com índice muito alto da área de estudo (16,7%), estando estes setores nos subdistritos Centro e São Gonçalo. Analisando a componente 1, os setores com vulnerabilidade social muito alta têm as maiores taxas de analfabetismo geral (5,9% e 12,5%) e de responsáveis por domicílios (7,1% e 11,1%). Quanto à renda, a porcentagem de domicílios com até um salário-mínimo fica entre 66,7% e 72,8%, e a de domicílios com até um salário-mínimo onde a mulher é responsável, entre 31,5% e 66,8%. Nesses setores também ocorrem os menores rendimentos nominais médios mensais, entre R\$ 500,00 e R\$ 754,63.

Nos setores com vulnerabilidade social alta na orla do Canal de São Gonçalo, a taxa de analfabetismo dos responsáveis por domicílios variou entre 0% e 7,8%, e a taxa de analfabetismo geral, entre 0,5% e 7,2%. A porcentagem de domicílios com até um salário-mínimo fica entre 11,9% e 83,4%. Já a porcentagem de domicílios com até um salário-mínimo onde a mulher é responsável fica entre 5% e 43,2%. Nesses setores, o menor rendimento nominal médio mensal é de R\$ 643,86.

Os três setores da orla do Canal de São Gonçalo que registraram vulnerabilidade social muito alta foram influenciados pelos indicadores das componentes 2 e 3, que explicam 13,7% e 11,0% da variância total, respectivamente. Nesses setores, são observadas as maiores porcentagens de domicílios sem renda, ficando entre 13,8% e 22,2%. Além desse indicador, também são verificadas as maiores porcentagens de população de cor ou raça preta (13,8% a 51,3%), bem como de população infantil (17,9% a 21,1%). Para efeito de comparação, nos setores em que o índice foi alto a porcentagem de domicílios sem renda ficou entre 0% e 5,7%. Já a porcentagem de população de cor ou raça preta, entre 2,8% e 16,7%.

Para Cutter, Mitchell e Scott (2000), a condição socioeconômica de uma família (renda) é o principal determinante da vulnerabilidade social, além de estar associada a outros indicadores que permitem mensurar a vulnerabilidade social (Roncancio; Nardocci, 2016). A renda é um dos indicadores com maior peso na criação da componente 1 e explica a maior variância dos indicadores. Em toda a área de estudo existem 4.017 domicílios onde a renda é de até um salário-mínimo, ou seja, 47,29% do total. O IBGE classifica esses dados nos seguintes intervalos: até 1/8 de salário-mínimo (104 domicílios), entre 1/8 e 1/4 de salário-mínimo (379 domicílios), de 1/4 a 1/2 salário-mínimo (1.029 domicílios) e de 1/2 a 1 salário-mínimo (2.325 domicílios). Quanto aos domicílios sem renda – o indicador com mais peso na criação da componente 3 –, perfazem 365.

É importante reforçar que os dados utilizados neste trabalho são do início da década passada, com o país em outro cenário político e socioeconômico. Naquele momento, o Brasil era a sétima economia mundial e sua expansão do PIB era a terceira maior do mundo (7,5%), à frente de países como os EUA, o Japão e a zona do euro. A taxa de desemprego em 2010 foi de 7,4%, a metade da observada em 2000, que foi de 14,7% (Santos; Pales; Rodrigues, 2014). Em abril de 2021 esta taxa foi de 14,7%, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, [s.d.]). Entre 2000 e 2010, a distribuição de renda avançou e a miséria se reduziu sensivelmente (Curado, 2011). Para o autor, é complexo definir desenvolvimento econômico, mas melhoria na distribuição da renda, com redução da miséria, é um dos fatores que concorrem para discutir processo de desenvolvimento e, portanto, diminuição da vulnerabilidade

social. Entretanto, mesmo que a taxa de desemprego em 2010 tenha sido menor do que em 2000 e 2021, havia naquele ano muitos domicílios em situação de vulnerabilidade em Pelotas, com renda abaixo de um salário-mínimo.

Além da renda inferior a um salário-mínimo, que configura vulnerabilidade social, o analfabetismo, que mostra a falta de acesso à escola e à educação, também aumenta a vulnerabilidade social de uma comunidade. Winter, Menegotto e Zucchetti (2019) afirmam que a pobreza tende a ser um obstáculo para a conclusão do ensino básico. Em Pelotas, isso fica claro quando os indicadores de renda e educação compõem na mesma componente, o que mostra a correlação entre eles.

A situação dos domicílios também influenciou na determinação da vulnerabilidade social. Na área de estudo, não ocorrem apenas setores urbanos, mas também rurais (distrito Z3), que podem ser mais vulneráveis devido à menor renda e à dependência de atividades econômicas locais, como da pesca (Cova; Church, 1997; Cutter; Mitchell; Scott, 2000). Mesmo que ao longo da orla lagunar a maioria dos setores tenha vulnerabilidade alta, são os setores no distrito Z3 que apresentam as maiores porcentagens de analfabetismo e de domicílios com renda de até um salário-mínimo. O distrito Z3 é uma colônia de pescadores que surgiu na década de 1920. Segundo Hellebrandt, Rial e Andrade Leitão (2016), essa colônia foi constituída por pessoas de diferentes lugares e tempos: (a) agricultores de outros municípios do RS (Piratini, Rio Grande, Tapes e Viamão) no início de século XX, (b) do estado de Santa Catarina na década de 1950, (c) famílias oriundas da Ilha da Feitoria (ilha lagunar na Lagoa dos Patos) na década de 1960 e (d) pessoas oriundas da periferia urbana e de outras zonas rurais de Pelotas na década de 1990.

De acordo com Anjos, Niederle e Caldas (2004), as famílias na colônia Z3 dependem da pesca e têm outras atividades paralelas (pluratividades). Para famílias que têm a base da renda centrada na pesca, há meses em que a pesca é proibida (período de defeso). Nesse período, há um seguro desemprego destinado a pescadores profissionais artesanais. Além disso, cumpre destacar que as atividades das mulheres na colônia Z3 se concentram no processamento de pescado. A esse dado, Hellebrandt, Rial e Andrade Leitão (2016) acrescentam a questão de gênero na pesca artesanal, enfatizando-a na Z3. As autoras discutem a noção de trabalho invisível que atinge as mulheres e relatam a suspensão, em determinado período, de seu benefício de seguro defeso. Isso mostra claramente o não reconhecimento dos trabalhos produtivos executados por mulheres.

O indicador porcentagem de pessoas da cor ou raça preta, que integra a componente 3, variou entre 0% e 51,3% na área de estudo. A maior porcentagem ocorreu em um dos setores do subdistrito São Gonçalo. Este mesmo setor também apresentou uma das maiores taxas de analfabetismo geral, de analfabetismo do responsável pelo domicílio, de domicílios sem renda e a maior porcentagem de domicílios com até um salário-mínimo onde a mulher é responsável. O indicador de cor ou raça preta é fundamental na determinação da vulnerabilidade social, visto que o racismo e seus reflexos são elementos estruturantes da desigualdade social no Brasil (Silva, T., 2013).

Ainda de acordo com Silva, T. (2013), pessoas de cor ou raça preta têm menor escolaridade em todos os níveis, além de forte defasagem escolar. Resumidamente, no Brasil, a taxa de analfabetismo dessa população é o dobro da observada na população branca. No trabalho,



pessoas de cor ou raça preta apresentam maior índice de desocupação, sendo as mulheres as que mais se encontram nessa situação. Além disso, essa população tem as maiores porcentagens de trabalhadores sem carteira, não remunerados e domésticos. Para Martins (2012), o desemprego e as ocupações precárias e informais afetam mais os trabalhadores negros do que os brancos.

Na componente 2 estão os indicadores de faixa etária, usados para determinar a vulnerabilidade social em pesquisas como as de Cutter, Boruff e Shirley (2003) ou a de Hadipour, Vafaie e Kerle (2020). Para a faixa etária de até 9 anos, considerada aqui a de crianças, a literatura sugere que maiores taxas de pobreza, mais pressão sobre os responsáveis pelas crianças, muitas vezes decorrentes da baixa renda, assim como menor proteção médica e educacional geram mais vulnerabilidade para as crianças (Peek; Stough, 2010). Os setores censitários com vulnerabilidade muito alta têm as maiores porcentagens de crianças na área de estudo, onde os indicadores de renda e educação são mais graves. Para Otto et. al. (2017), deficiências na primeira infância podem limitar futuras oportunidades educacionais e de geração de renda. Quanto à faixa etária de idosos, com 60 anos ou mais, as maiores porcentagens estão no subdistrito Laranjal, em setores com vulnerabilidade social de intermediária a alta.

Tanto na faixa etária de crianças quanto na de idosos, é importante identificar as características das famílias/domicílios, que mostrará maior ou menor vulnerabilidade social aos perigos naturais (Hung; Wang; Yarnal, 2016) como, por exemplo, inundações por flutuação do nível do mar. Toda a orla do município é susceptível a episódios de inundação, pois é uma planície costeira com baixa altitude, como descrito na área de estudo. Entretanto, em função de suas características morfogenéticas e morfodinâmicas, algumas das morfologias do relevo têm maior suscetibilidade natural que as outras. Hung, Wang e Yarnal (2016) mostram que idosos que moram sozinhos são mais vulneráveis a efeitos de inundações rápidas, como aquelas causadas por furacões nos EUA. Quando essas características etárias se associam a baixa renda, o perigo tende a ser potencializado.

Quanto à escala espacial adotada neste artigo, foi possível observar quão importante é identificar a vulnerabilidade social em escala local. Estudos de Costa e Marguti (2015) e Hummell et al. (2016) também criaram um IVSo para o Brasil destacando as diferenças sociais, assim como Nicolodi e Petermann (2010), que usaram indicadores sociais para determinar a vulnerabilidade costeira do Brasil frente às mudanças climáticas. Essas pesquisas têm em comum a escala de análise nacional, num país de extensão continental e com fortes desigualdades entre suas regiões. Como resultado, identificaram intervalos de vulnerabilidade intermediária e até baixa no município de Pelotas.

É muito importante para políticas públicas dos governos estadual e federal entender a situação de Pelotas no contexto de região intermediária ou imediata proposto pelo IBGE, com vistas ao planejamento e à gestão territorial. Já para políticas municipais, o uso de dados por setores censitários permite compreender melhor a situação de um município. Hinkel (2011) argumenta sobre a questão da escala local em sua pesquisa, constatando que assim se podem explorar melhor os IVSo. O IPCC (2014) também alerta para a necessidade de compreender a vulnerabilidade social das comunidades em escala local, permitindo identificar as populações residentes que sofreriam mais com o impacto negativo dos eventos climáticos.

## Considerações finais

O perigo da subida do nível do mar põe em risco todas as comunidades costeiras, independentemente de renda, alfabetização ou cor ou raça. Entretanto, as pessoas/domicílios mais pobres são mais vulneráveis a mudanças climáticas e suas consequências. Assim, por meio do uso de indicadores socioeconômicos, este artigo determinou um IVSo para as comunidades que residem em setores censitários ao longo da orla do município de Pelotas.

Os resultados do estudo mostraram que não existem comunidades com baixa vulnerabilidade social em Pelotas, mas um predomínio de vulnerabilidade social alta. A metodologia utilizada explicou 80,8% da variância estatística nos setores censitários da orla municipal. Mesmo com a predominância de uma vulnerabilidade social alta em toda a área de estudo, foi identificaram-se evidências de disparidade urbano-rural. Nos setores rurais, onde predomina a atividade da pesca, os indicadores se mostram piores, com maior número de pessoas/domicílios registrando menor renda e menos acesso à educação.

Quanto à desigualdade gerada por cor ou raça, também se verificou que os setores com mais pessoas de cor ou raça preta têm maiores porcentagens de domicílios com baixa renda e maiores taxas de analfabetismo, além de registrar o indicador que isoladamente representa de forma latente a vulnerabilidade social, que é a porcentagem de domicílios sem renda.

A escala de pesquisa aplicada neste artigo mostrou-se importante para compreender as desigualdades do município, que tendem a não aparecer quando o estudo é realizado em escala regional e/ou nacional. Entretanto, é necessário reforçar que pesquisas em escalas regionais e/ou nacionais também são importantes, pois permitem criar e aplicar políticas públicas para o desenvolvimento regional.

Por fim, é fundamental manter as séries históricas do IBGE, pela realização do Censo Demográfico a cada década. Com a continuação da pesquisa, isso permite avaliar como a vulnerabilidade social medida pelo IVSo mudou ao longo do tempo e do espaço. Séries históricas atualizadas permitem compreender o país desde a escala local, estudada neste artigo, até as escalas regional e nacional. Mesmo sendo um tema complexo, este artigo determinou um IVSo para a orla de Pelotas com um abordagem metodológica amplamente adotada em pesquisas sobre os efeitos das mudanças climáticas em zonas costeiras.

## Referências

- ADGER, W. N. Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam. **World Development**, v. 27, n. 2, p. 249-269, 1999. doi: [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(98\)00136-3](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(98)00136-3).
- ALCÂNTARA, V. S.; STRACH, J. C. M.; AJARA, C. Metodologia para análise da vulnerabilidade socioambiental: estudo de caso na macrorregião da Costa Verde. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 3, p. 555-570, 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44805/23816>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- ANJOS, F. S.; NIEDERLE, P. A.; CALDAS, N. V. Pluriatividade e pesca artesanal: o caso da colônia Z-3 em Pelotas, RS. **Sociedade em Debate**, Pelotas, v. 10, n. 3. p. 9-42, 2004.

Disponível em: <https://revistas.ucpel.edu.br/rsd/article/view/491/435>. Acesso em: 22 nov. 2021.

- BONETTI, J.; WOODROFFE, C. D. Spatial analysis techniques and methodological approaches for coastal vulnerability assessment. In: BARTLETT, D.; CELLIERS, L. (Ed.). **Geoinformatics for marine and coastal management**. Boca Raton, FL: CRC, 2017. p. 367-395.
- BRASIL. Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 109-110, 29 dez. 2009. Edição extra.
- COSTA, M. A.; MARGUTI, B. O. (Ed.). **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. Brasília, DF: IPEA, 2015. Disponível em: [http://ivs.ipea.gov.br/images/publicacoes/lvs/publicacao\\_atlas\\_ivs.pdf](http://ivs.ipea.gov.br/images/publicacoes/lvs/publicacao_atlas_ivs.pdf). Acesso em: 22 nov. 2021.
- COVA, T. J.; CHURCH, R. L. Modeling community evacuation vulnerability using GIS. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 11, n. 8, p. 763-784, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/136588197242077>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- CRUZ, R. F. Levantamento geológico e do potencial mineral de novas fronteiras: Projeto Sudeste do Rio Grande do Sul: escalas 1:250.000 e 1:100.000, estado do Rio Grande do Sul. CPRM, 2019. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21135>. Acesso em: 1 set. 2022.
- CUNHA, N. G.; SILVEIRA, J. C. Estudo dos solos do município de Pelotas. Pelotas, RS: Embrapa/CPACT/Ed. Ufpel, 1996.
- CURADO, M. Uma avaliação da economia brasileira no governo Lula. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 7, p. 91-103, 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/ret.v7i0.26881>.
- CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529-539, 1996. doi: <https://doi.org/10.1177/030913259602000407>.
- CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; SHIRLEY, W. L. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, v. 84, n. 2, p. 242-261, 2003. doi: <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>.
- CUTTER, S. L.; MITCHELL, J. T.; SCOTT, M. S. Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown County, South Carolina. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 90, n. 4, p. 713-737, 2000. doi: <https://doi.org/10.1111/0004-5608.00219>.
- DE OLIVEIRA, A. O.; BONETTI, J. Dynamical descriptors of physical vulnerability to sea-level rise in sheltered coastal systems: a methodological framework. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 249, 107118, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107118>.

- FELSENSTEIN, D.; LICHTER, M. Social and economic vulnerability of coastal communities to sea-level rise and extreme flooding. **Natural Hazards**, v. 71, p. 463-491, 2014. doi: <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0929-y>.
- FERNANDES, E. H. L.; DYER, K. R.; MÖLLER JR., O. O.; NIENCHESKI, L. F. H. The Patos Lagoon hydrodynamics during an El Niño event (1998). **Continental Shelf Research**, v. 22, n. 11-13, p. 1699-1713, 2002. doi: [https://doi.org/10.1016/S0278-4343\(02\)00033-X](https://doi.org/10.1016/S0278-4343(02)00033-X).
- GORNITZ, V. Global coastal hazards from future sea level rise. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 89, n. 4, p. 379-398, 1991. doi: [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(91\)90173-O](https://doi.org/10.1016/0031-0182(91)90173-O).
- GORNITZ, V.; KANCIRUK, P. Assessment of global coastal hazards from sea-level rise. In: SYMPOSIUM ON COASTAL AND OCEAN MANAGEMENT, 6., 11-14 July 1989, Charleston, SC. **Proceedings...** Charleston, SC, 1989.
- GUILLARD-GONÇALVES, C.; CUTTER, S. L.; EMRICH, C. T.; ZÊZERE, J. L. Application of social vulnerability index (SoVI) and delineation of natural risk zones in Greater Lisbon, Portugal. **Journal of Risk Research**, v. 18, n. 5, p. 651-674, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/13669877.2014.910689>.
- HADIPOUR, V.; VAFAIE, F.; KERLE, N. An indicator-based approach to assess social vulnerability of coastal areas to sea-level rise and flooding: a case study of Bandar Abbas city, Iran. **Ocean & Coastal Management**, v. 188, 105077, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.105077>.
- HELLEBRANDT, L.; RIAL, C. S.; ANDRADE LEITÃO, M. R. F. A. Pesca e gênero: reconhecimento legal e organização das mulheres na Colônia Z3 (Pelotas-RS – Brasil). **Vivência – Revista de Antropologia**, n. 47, p. 123-136, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/vivencia/article/view/11651/8209>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- HINKEL, J. “Indicators of vulnerability and adaptive capacity”: towards a clarification of the science-policy interface. **Global Environmental Change**, v. 21, n. 1, p. 198-208, 2011. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.08.002>.
- HUMMELL, B. M. L.; CUTTER, S. L.; EMRICH, C. T. Social vulnerability to natural hazards in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 7, p. 111-122, 2016. doi: <https://doi.org/10.1007/s13753-016-0090-9>.
- HUNG, L. S.; WANG, C.; YARNAL, B. Vulnerability of families and households to natural hazards: a case study of storm surge flooding in Sarasota County, Florida. **Applied Geography**, v. 76, p. 184-197, 2016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.09.021>.
- HUTCHESON, G. D.; SOFRONIOU, N. **The multivariate social scientist: introductory statistics using generalized linear models**. London: Sage, 1999.

- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Confidencialidade no IBGE**: procedimentos adotados na preservação do sigilo das informações individuais nas divulgações de resultados das operações estatísticas. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101636.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base de informações do Censo Demográfico 2010**: resultados do universo por setor censitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base\\_de\\_informacoess\\_por\\_setor\\_censitario\\_universo\\_censo\\_2010.pdf](https://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base_de_informacoess_por_setor_censitario_universo_censo_2010.pdf). Acesso em: 22 nov. 2021.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?edicao=31051&t=destaques>. Acesso em: 19 jul. 2021.
- IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2021**: the physical science basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
- IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **AR5 Synthesis Report**: climate change 2014. Geneva, CH: IPCC, 2014.
- JOLLIFFE, I. T. Choosing a subset of principal components or variables. In: JOLLIFFE, I. T. **Principal component analysis**. 2a ed. New York: Springer, 2002. ch. 6. p. 111-149. (Springer Series in Statistic.)
- JULIÃO, C. C. B.; LIMA, J. E. Índice de vulnerabilidade social: uma aplicação de análise fatorial para classificar os municípios pernambucanos. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 54p. 11-28, 2020. doi: <https://doi.org/10.38116/ppp54art01>.
- MARTINS, T. C. S. O negro no contexto das novas estratégias do capital: desemprego, precarização e informalidade. **Serviço Social e Sociedade**, São Paulo, n. 111, p. 450-467, 2012. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-66282012000300004>.
- McCARTHY, J. J.; CANZIANI, O. F.; LEARY, N. A.; DOKKEN, D. J.; WHITE, K. S. **Climate Change 2001**: impacts, adaptation, and vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2001
- MÖLLER, O. O.; CASTAING, P.; SALOMON, J.-C.; LAZURE, P. The influence of local and non-local forcing effects on the subtidal circulation of Patos Lagoon. **Estuaries**, v. 24, p. 297-311, 2001. doi: <https://doi.org/10.2307/1352953>.
- NGUYEN, C. V.; HORNE, R.; FIEN, J.; CHEONG, F. Assessment of social vulnerability to climate change at the local scale: development and application of a social vulnerability index. **Climate Change**, v. 143, n. 3-4, p. 355-370, 2017. doi: <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2012-2>.

- NICHOLLS, R. J.; CAZENAVE, A. Sea-level rise and its impact on coastal zones. **Science**, v. 328, n. 5985, p. 1517-1520, 2010. doi: <https://doi.org/10.1126/science.1185782>.
- NICOLODI, J. L.; PETERMANN, R. M. Mudanças climáticas e a vulnerabilidade da zona costeira do Brasil: aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 10, n. 2, p. 151-177, 2010. di: <https://doi.org/10.5894/rgci206>.
- OLIVEIRA, H. A.; FERNANDES, E. H. L.; MÖLLER JR., O. O.; COLLARES, G. L. Processos hidrológicos e hidrodinâmicos da Lagoa Mirim. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 1, p. 34-45. 2015. doi: <https://doi.org/10.21168/rbrh.v20n1.p34-45>.
- OTTO, I. M.; RECKIEN, D.; REYER, C. P. O.; MARCUS, R.; LE MASSON, V.; JONES, L.; NORTON, A.; SERDECZNY, O. Social vulnerability to climate change: a review of concepts and evidence. **Regional Environmental Change**, v. 17, p. 1651-1662, 2017. doi: <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1105-9>.
- PEEK, L.; STOUGH, L. M. Children with disabilities in the context of disaster: a social vulnerability perspective. **Child Development**, v. 81, n. 4, p. 1260-1270, 2010. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01466.x>.
- PEIXOTO, M. V.; DUQUE, A. M.; OLIVEIRA, D. D.; VOCI, S. M.; SILVA, A. R.; NUNES, M. P. Construção e aplicação de um índice de vulnerabilidade em saúde. **Interfaces Científicas – Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 2, p. 281-296, 2020. doi: <https://doi.org/10.17564/2316-3798.2020v8n2p281-296>.
- PETHICK, J. The Anglian coast. In: VON BODUNGEN, B.; TURNER, R. K. (Ed.). **Science and Integrated Coastal Management**. Berlin: Dahlem University Press, 2001. p. 121-134.
- RANGEL-BUITRAGO, N.; NEAL, W. J.; BONETTI, J.; ANFUSO, G.; JONGE, V. N. Vulnerability assessments as a tool for the coastal and marine hazards management: an overview. **Ocean & Coastal Management**, v. 189, 105134. 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105134>.
- RONCANCIO, D. J.; NARDOCCI, A. C. Social vulnerability to natural hazards in São Paulo, Brazil. **Natural Hazards**, n. 84, p. 1367-1383, 2016. doi: <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2491-x>.
- ROSS, J. L. S. Relevô brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia, São Paulo**, v. 4, p. 25-39, 1985. doi: <https://doi.org/10.7154/RDG.1985.0004.0004>.
- SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977. doi: [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5).

- SANTOS, G. R.; PALES, R. C.; RODRIGUES, S. G. Desigualdades regionais no Brasil – 1991-2010. **InterScience Place**, v. 1, n. 31, p. 145-173, 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.6020/1679-9844/3106>.
- SILVA, A. R. E.; REHBEIN, M. O. Análise e mapeamento geomorfológico da área de influência da Planície Costeira de Pelotas (Rio Grande do Sul, Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 567-585, 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v19i3.1342>.
- SILVA, T. D. Panorama social da população negra. In: SILVA, T.D.; GOES, F.L. (Org.). **Igualdade racial no Brasil: reflexões no ano internacional dos afrodescendentes**. Brasília, DF: IPEA, 2013. p. 13-30. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro\\_igualdade\\_racialbrasil01.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_igualdade_racialbrasil01.pdf). Acesso em: 7 jul. 2021.
- SU, S.; PI, J.; WAN, C.; LI, H.; XIAO, R.; LI, B. Categorizing social vulnerability patterns in Chinese coastal cities. **Ocean & Coastal Management**, v. 116, p. 1-8, 2015. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.06.026>.
- TATE, E. Uncertainty analysis for a social vulnerability index. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 103, n. 3, p. 526-543, 2013. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/23485404>. Acesso em: 22 nov. 2021. [Corrigimos o ano com base no *link*.]
- TITUS, J. G. (Coord.). **Coastal sensitivity to sea-level rise: a focus on the Mid-Atlantic region**. Washington DC, 2009.
- TOLDO JR., E. E.; DILLENBURG, S. R.; CORRÊA, I. C. S.; ALMEIDA, L. E. S. B.; WESCHENFELDER, J.; GRUBER, N. L. S. Sedimentação de longo e curto período na Lagoa dos Patos, sul do Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 33, n. 2, p. 79-86, 2006. doi: <https://doi.org/10.22456/1807-9806.19516>.
- TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. O Cenozoico no Rio Grande do Sul: geologia da Planície Costeira. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. E. (Org.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Centro de Investigação do Gondwana/Instituto de Geociências, UFRGS, 2000, p. 375-406.
- WINTER, A. C.; MENEGOTTO, L. M. O.; ZUCCHETTI, D. T. Vulnerabilidade social e educação: uma reflexão na perspectiva da importância da intersectorialidade. **Conhecimento & Diversidade**, v. 11, n. 25, p. 165-183, 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.18316/rcd.v11i25.5526>.
- WU, C.-C, JHAN, H.-T, TING, K.-H, TSAI, H.-C, LEE, M.-T.; HSU, T.-W, LIU, W.-H. Application of social vulnerability indicators to climate change for the southwest coastal areas of Taiwan. **Sustainability**, v. 8, n. 12, 1270, 2016. doi: <https://doi.org/10.3390/su8121270>.

YOON, D. K. Assessment of social vulnerability to natural disasters: a comparative study. **Natural Hazards**, v. 63, p. 823-843, 2012. doi: <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0189-2>.

ZHOU, Y.; LI, N.; WU, W.; WU, J.; SHI, P. Local spatial and temporal factors influencing population and societal vulnerability to natural disasters. **Risk Analysis**, v. 34, n. 4, p. 614-639, 2014. doi: <https://doi.org/10.1111/risa.12193>.

### Contribuição dos autores

**Allan de Oliveira:** conceitualização, metodologia, coleta e análise de dados, uso de *softwares* (Estatística e SIG), análise formal, investigação, revisão e edição e coordenação do projeto.

**Moisés Ortemar Rehbein:** análise dos dados, análise formal, investigação, revisão e edição, e colaboração e participação no projeto.

### Editor do artigo

**Fernando Nadal Junqueira Villela**

**Recebido em:** 25 nov. 2021

**Aprovado em:** 12 set. 2022