



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM



DIAGNÓSTICO DA POPULAÇÃO EM ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO

Porto Alegre, RS

Realização

*Divisão de Geologia Aplicada - DIGEAP
Departamento de Gestão Territorial - DEGET*

2021

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário Executivo

Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada

Tiago Antonelli

Divisão de Gestão Territorial

Maria Angélica Barretos Ramos

EQUIPE TÉCNICA

Organização

Julio Cesar Lana

Elaboração

Julio Cesar Lana

Maria Carolina Rodrigues Marcussi

Diagramação (SUREG/SP)

Marina das Graças Perin

Foto da capa: Desastre na região serrana do Rio de Janeiro, em 2011.

Créditos: Marino Azevedo/ Governo do estado RJ.

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

www.cprm.gov.br

seus@cprm.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Lana, Julio Cesar
D537 Diagnóstico da população em áreas de risco geológico, Porto Alegre, RS / Julio Cesar Lana, Maria Carolina Rodrigues Marcussi, organizador Julio Cesar Lana. – Belo Horizonte: CPRM, 2021.
1 recurso eletrônico : PDF
ISBN
1.Deslizamento (Geologia). 2.Risco Geológico. 3.Brasil. 4. Porto Alegre (RS). I. Marcussi, Maria Carolina Rodrigues. II. Lana, Julio Cesar (org.). III. Título.
CDD 551.352

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Priscila Ururahy CRB7 5665

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO DA POPULAÇÃO EM ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO PORTO ALEGRE, RS

AUTORES

Julio Cesar Lana
Maria Carolina Rodrigues Marcussi

RESUMO

Esta publicação apresenta um diagnóstico socioeconômico da população residente nas áreas de risco geológico existentes na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, com vistas a contribuir com as políticas públicas voltadas à prevenção e resposta a desastres. O método empregado se baseia na interseção tripla entre 2.433 setores censitários provenientes do Censo Demográfico de 2010, mancha urbana e 119 áreas de risco geológico mapeadas pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM em 2013. A partir desta interseção foram calculadas as constantes de proporcionalidade para cada polígono, as quais possibilitaram a avaliação de 17 variáveis censitárias que refletem a característica da população exposta aos riscos geológicos.

SUMARIO

INTRODUÇÃO.....	4
OBJETIVOS	4
METODOLOGIA.....	5
RESULTADOS	8
DISCUSSÃO.....	9
CONCLUSÕES	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10

INTRODUÇÃO

Entre os anos de 1998 e 2017, mais de 2,7 bilhões de pessoas foram afetadas e cerca de 1 milhão perderam suas vidas em decorrência da ação de chuvas intensas em todo o planeta (Figura 1). Neste contexto, é notável que, embora os impactos econômicos absolutos normalmente se concentrem em países de alta renda, as perdas humanas predominam em países de média e baixa renda, nos quais o grau de vulnerabilidade da população reflete muito mais o estado de desenvolvimento econômico do que a exposição aos perigos em si (UNISDR – UNITED NATIONS SYSTEM FOR THE COORDINATION OF DISASTER RISK REDUCTION, 2018).

Apesar dos desastres provocados por fenômenos naturais derivarem de diversos eventos associados à dinâmica do Planeta Terra, no Brasil, de acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013), mais de 87% das mortes provocadas por desastres entre os anos de 1991 a 2012 estão relacionadas à eventos de inundação, enxurrada e movimentos de massa. Além da perda de vidas humanas, tais desastres acarretaram grandes perdas econômicas, como observado nos eventos que acometeram o estado de Santa Catarina, em 2008 (R\$ 4,5 bi); os estados de Alagoas e Pernambuco, em 2010 (R\$ 3,4 bi); e a região serrana do estado do Rio de Janeiro, em 2011 (R\$ 4,75 bi) (BANCO MUNDIAL, 2012a, 2012b, 2012c).



Figura 01 - Desastre na região serrana do estado do Rio de Janeiro, em 2011.
Créditos: Agência Brasil.

O conhecimento das características socioeconômicas da população que habita as áreas de risco geológico é fundamental para a implantação e direcionamento das políticas públicas voltadas à prevenção de desastres. Contudo, a obtenção de tais informações não pode ser feita de maneira direta, uma vez que deriva da integração de trabalhos realizados de forma independente, como os mapeamentos de áreas de risco geológico e o Censo Demográfico.

Deste modo, este estudo apresenta um diagnóstico da população residente nas áreas de risco geológico da cidade de Porto Alegre/RS, a partir da integração entre informações publicadas pelo Censo Demográfico realizado no ano de 2010 e pelo mapeamento elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil em 2013. Espera-se que tal análise possa contribuir com as ações de ordenamento territorial e prevenção de desastres desenvolvida pelo município, com vistas a reduzir os impactos econômicos e principalmente a perda de vidas humanas.

OBJETIVOS

O principal objetivo do presente estudo é apresentar um diagnóstico geral da população residente nas áreas de risco geológico identificadas na cidade de Porto Alegre/RS, informações estas destinadas ao subsídio da tomada de decisões assertivas relacionadas às políticas de ordenamento territorial e prevenção de desastres no município. Além disso, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Contribuir com a definição de critérios para disponibilização de recursos públicos destinados ao financiamento de intervenções estruturais e não-estruturais destinadas à prevenção e resposta a desastres;
- Embasar as ações dos órgãos de fiscalização voltadas à inibição da expansão das áreas de risco.

Destaca-se que este trabalho está em consonância com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável¹ (Figura 2) e com o marco pós-2015 para a redução do risco de desastres, também conhecido como Marco de Sendai².

É importante ressaltar que os resultados desta pesquisa representam as condições observadas no momento da realização dos estudos utilizados como base para as análises apresentadas a seguir, as quais podem se alterar ao longo do tempo. Dessa forma, tendo em vista a dinâmica do crescimento urbano e, conseqüentemente, das áreas de risco geológico, é fundamental que o trabalho seja periodicamente atualizado.



Figura 02 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

METODOLOGIA

As análises apresentadas por este estudo resultam da integração entre informações censitárias, mancha urbana, e o mapeamento de áreas de risco geológico. Entretanto, como tais bases de dados são produzidas individualmente, em escalas diferentes e com propósitos diferentes, não há correspondência espacial entre elas, fato este que motivou a criação de uma constante de proporcionalidade entre os dados censitários e as áreas de risco geológico (Figuras 3, 4 e 5).

A mancha urbana foi delimitada manualmente em ambiente SIG, a partir da observação das imagens orbitais mais recentes disponibilizadas pelo *Google Earth Pro*.

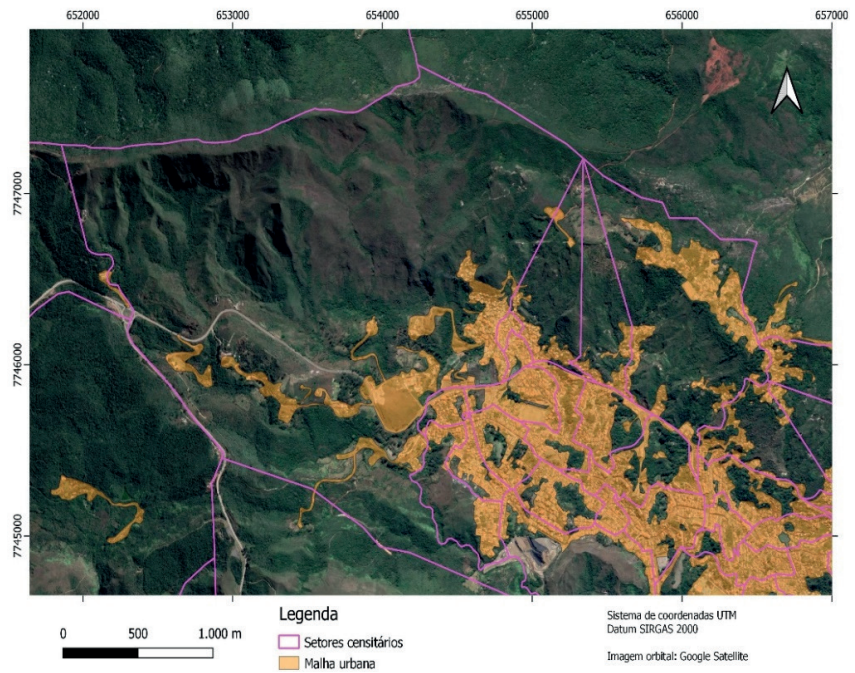


Figura 03 - Exemplo de incompatibilidade entre a geometria dos setores censitários e a malha urbana.

As áreas de risco geológico foram mapeadas em 2013 pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2013) e correspondem às porções urbanizadas do território sujeitas a sofrerem perdas ou danos decorrentes da ação de eventos adversos de natureza geológica. Assim, em geral, os polígonos que delimitam as áreas de risco geológico não englobam porções sem urbanização, considerando a escala de levantamento, que varia entre 1:1.000 e 1:2.000. Adicionalmente, destaca-se que foram mapeadas apenas as

1 Em setembro de 2015, líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e decidiram um plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a qual contém o conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (<https://odsbrasil.gov.br/>).

2 Marco adotado por diversos países na Terceira Conferência Mundial sobre a Redução do Risco de Desastres, realizada de 14-18 março de 2015, em Sendai, Miyagi, no Japão.

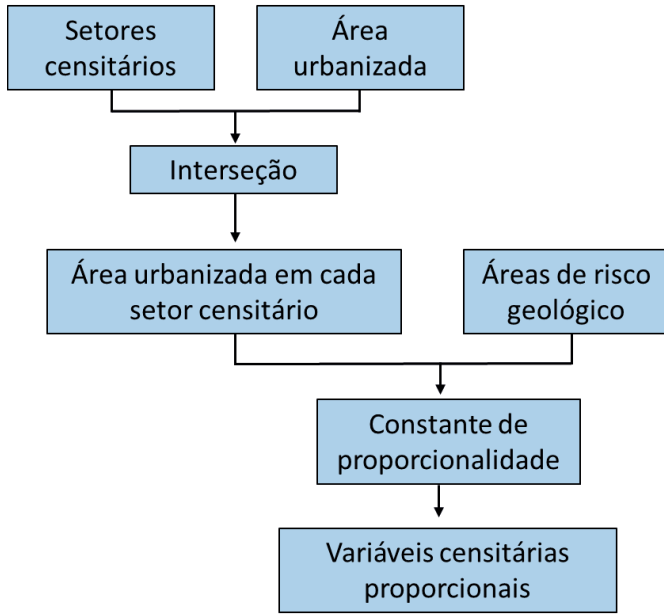


Figura 04 - Fluxograma que apresenta os procedimentos metodológicos adotados durante a elaboração do trabalho.

áreas de risco geológico alto e muito alto, dentre as quais não foram consideradas nessa análise aquelas áreas identificadas nos distritos.

Com relação ao Censo Demográfico, foram utilizadas 17 variáveis que sintetizam as características gerais da população residente em áreas de risco (Tabela 1), as quais derivam do último levantamento, realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A face de quadra é a menor unidade de coleta de informações deste estudo, todavia, por sigilo estatístico, os dados censitários são divulgados com base em uma unidade territorial denominada setor censitário, a qual corresponde a áreas contíguas, que agrupam em média 300 domicílios, delimitadas em função da divisão político-administrativa, dos quadros urbano e rural legal e de outras estruturas territoriais de interesse, além dos parâmetros de dimensão mais adequados à operação de coleta (IBGE, 2011).

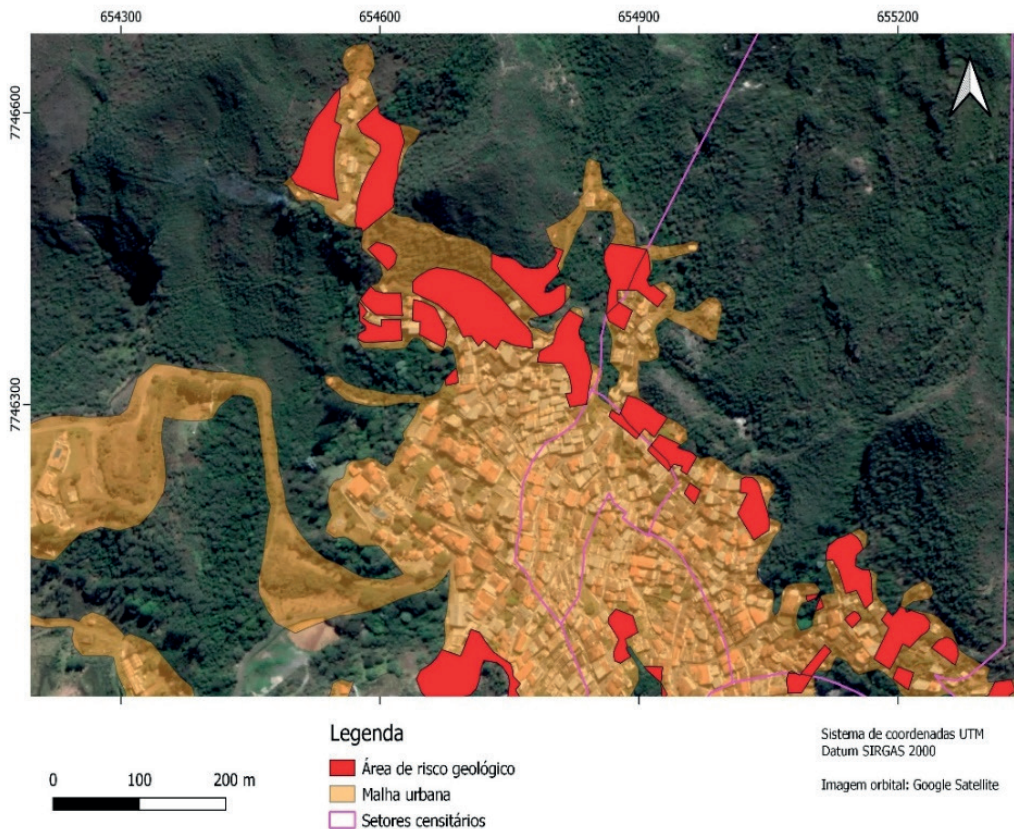


Figura 05 - Exemplo de interseção entre os setores censitários, mancha urbana e áreas de risco geológico. Notar que algumas áreas de risco geológico interceptam mais de um setor censitário.

Na prática, observa-se que um setor censitário pode englobar, em diversos casos, áreas urbanizadas e áreas não urbanizadas, enquanto as áreas de risco geológico se restringem às regiões urbanizadas, dificultando assim as análises diretas por correspondência entre ambas as bases de dados.

Tabela 01 - Variáveis censitárias empregadas no estudo.

Arquivo	Código da Variável	Descrição do setor
Básico	V005	Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com e sem rendimento)
Domicílio	V001	Domicílios particulares e domicílios coletivos
	V012	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral
	V024	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores
	V035	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado
	V043	Domicílios particulares permanentes com energia elétrica
Alfabetização	V001	Pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade
Cor ou raça, idade e gênero	V001	Pessoas Residentes
	V002	Pessoas Residentes e cor ou raça- branca
	V003	Pessoas Residentes e cor ou raça- preta
	V004	Pessoas Residentes e cor ou raça- amarela
	V005	Pessoas Residentes e cor ou raça- parda
	V006	Pessoas Residentes e cor ou raça- indígena
Idade, homens	V001	Homens residentes em domicílios particulares e domicílios coletivos (Total de homens nos setores de risco)
	V094 a V134	Número de idosos homens
Idade, mulheres	V001	Mulheres em domicílios particulares e domicílios coletivos
	V094 a V134	Número de idosos mulheres

Assim, o diagnóstico aqui apresentado considerou as características inerentes a cada uma das bases de dados empregadas e foi obtido a partir da determinação da constante de proporcionalidade entre a dimensão das porções urbanizadas em cada setor censitário e a dimensão das áreas de risco geológico, partindo-se da premissa que a densidade urbana é relativamente homogênea dentro de um determinado setor censitário. Este índice foi calculado para cada uma das áreas de risco geológico consideradas nesta análise e, no caso daquelas que interceptavam mais de um setor censitário, o cálculo foi feito individualmente para cada um dos compartimentos derivados desta interseção.

RESULTADOS

A interseção entre as 119 áreas de risco geológico mapeadas em Porto Alegre/RS e a área urbanizada localizada nos 2.433 setores censitários apresentados pelo Censo Demográfico 2010 resultou em 349 polígonos, a partir dos quais foi possível estimar que cerca de 10.628 domicílios particulares e coletivos estão localizados em áreas de risco geológico alto ou muito alto (Figura 6).

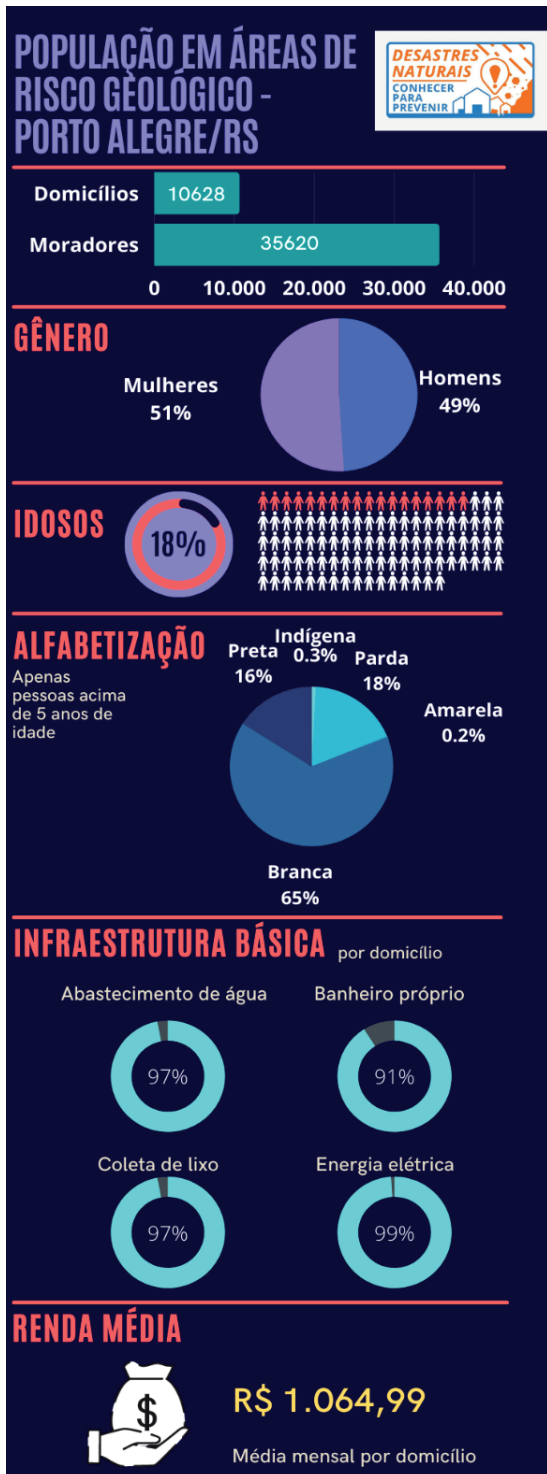


Figura 06 - Síntese dos principais resultados do diagnóstico da população em área de risco geológico.

Com relação aos serviços públicos prestados a estes domicílios, foi avaliado que cerca de 97% deles contam com abastecimento de água fornecido pela rede geral do município, 91% possuem banheiro próprio de uso exclusivo dos moradores, 97% dispõem de serviço de coleta de lixo e 99% têm fornecimento de energia elétrica (Figura 6).

As variáveis associadas à população indicam que na cidade de Porto Alegre/RS aproximadamente 35.620 pessoas residem em áreas de risco geológico, das quais 49% são homens e 51% são mulheres. Os idosos correspondem a aproximadamente 18% desta fração da população. Dentre a população alfabetizada, 65% são brancos, 18% são pardos, 16% são negros, 0,3% são indígenas e 0,2% amarelos. Cerca de 16% da população é analfabeta. A renda média mensal por domicílio em área de risco é de R\$1.064,99 (Figura 6).

Quanto aos processos geológicos relacionados às áreas de risco, registra-se que grande parte dos domicílios se encontram em áreas sujeitas a sofrerem perdas ou danos decorrentes de inundação (42,19%). Uma parcela dos domicílios se encontra em áreas sujeitas à instabilização de encostas a partir da deflagração de deslizamentos (33,67%), e outra à corrida de lama (9,45%). De maneira menos frequente, também foram identificados domicílios em áreas de risco à enchente (6,66%), solapamento de margem (4,95%), enxurrada (1,49%), corrida de detritos (0,86%), queda de blocos (0,72%) e tombamento (0,02%) (Figura 7).

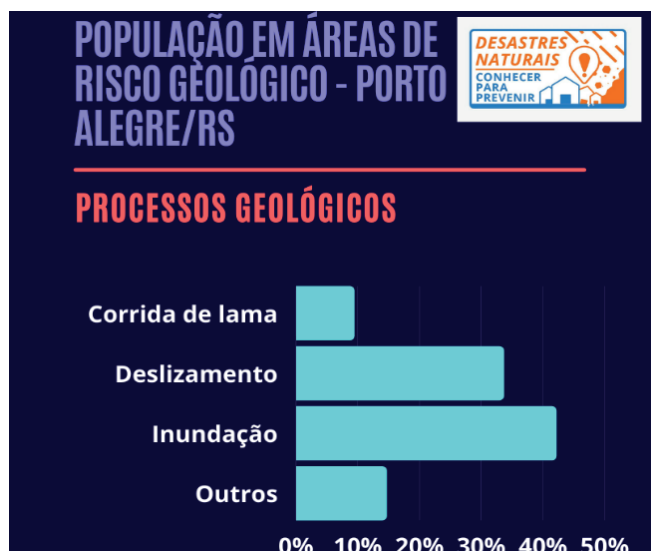


Figura 07 - Processos geológicos associados às áreas de risco

DISCUSSÃO

Além de apresentar um diagnóstico da população residente nas áreas de risco, o método empregado neste estudo possibilitou estimar de forma mais precisa o número de domicílios e número de moradores que habitam tais regiões. Nesse sentido, o mapeamento realizado pelo Serviço Geológico do Brasil em 2013 indicou que 11.111 domicílios e 44.632 moradores estavam incluídos nas áreas de risco identificadas, enquanto o presente diagnóstico estima que o quantitativo é de cerca de 10.628 domicílios e 35.620 moradores (Figura 8).

É fato que os mapeamentos de áreas de risco geológico não apresentam como objetivo central a realização de diagnóstico socioeconômico nas regiões contempladas pelo estudo, mas sim a identificação e caracterização geológica das áreas sujeitas a sofrerem impactos derivados de eventos adversos de natureza geológica. De igual maneira, o Censo Demográfico não realiza o mapeamento das áreas de risco durante a elaboração de suas pesquisas de campo. Assim, é notável que, tais pesquisas se destinam principalmente a fornecer subsídios para o desenvolvimento e aprimoramento de políticas públicas, porém, apresentam objeto de estudo distinto, o que impõe certo desafio aos esforços de integração entre as informações geradas por ambos estudos.

Durante os mapeamentos de áreas de risco geológico, a estimativa do número de domicílios e moradores nas áreas mapeadas é feita de maneira indireta, a partir da contagem de telhados visualizados em imagens orbitais e da estimativa de que em cada domicílio vivem, em média, 4 pessoas. Já os dados censitários utilizam pesquisas de campo embasadas por técnicas estatísticas para determinar tais informações. Desta forma, acredita-se que, apesar das informações obtidas por ambos os métodos destoarem entre si, a contagem indireta realizada pelos mapeamentos de áreas de risco geológico pode ser de grande valia para a obtenção de estimativas gerais, as quais devem, no entanto, ser aprofundadas por estudos complementares. Adicionalmente, cabe destacar que há um vão de 3 anos entre o último Censo Demográfico e o mapeamento de áreas de risco geológico empregado na presente pesquisa, fato este que também pode contribuir para a divergência entre os dados obtidos individualmente por cada um destes levantamentos.

Em referência às características demográficas nota-se que há equilíbrio entre o número de homens (49%) e de mulheres (51%) residentes nas áreas de risco, além de considerável número de idosos (18%), os quais configuram uma das frações populacionais mais vulneráveis a desastres, dado à alta possibilidade de limitação motora. Foi constatado que 16% da população era analfabeta em 2010, número este que supera a média nacional no mesmo ano, que era de 9,6%³.

Com relação à infraestrutura básica nas áreas de risco geológico, dentre as variáveis consideradas nesta análise, nota-se que o maior déficit está relacionado à ausência de banheiro próprio, que atinge cerca de 9% dos domicílios. Esse percentual é maior do que a média nacional no mesmo ano, que era de 2,64%³. O índice de domicílios sem coleta de lixo (3%), sem abastecimento de água proveniente da rede pública (3%) e sem fornecimento de energia elétrica (1%) são menores do que a média nacional⁴.

³ Segundo dados informados pela sinopse do Censo Demográfico de 2010 (<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=P16&uf=00>)

⁴ Em 2010, segundo a sinopse do Censo Demográfico realizado neste ano, a média nacional de domicílios sem coleta de lixo, sem abastecimento de água da rede pública e sem fornecimento de energia elétrica eram, respectivamente de 12,59%, 17,15% e 1,27%.



Figura 08 - Comparativo entre informações obtidas pelo mapeamento de áreas de risco geológico realizado em 2013 e pelo diagnóstico apresentado neste estudo.

O rendimento médio mensal dos domicílios incluídos nas áreas de risco é de pouco mais de 1 salário mínimo⁵, número inferior aos R\$ 2.419,00 estimados pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), executada em 2011.

Sobre os processos geológicos associados às áreas de risco, é notável o predomínio de inundações, o que reflete a configuração geomorfológica geral da cidade, edificada, em grande parte, nas margens de arroios e em ilha que forma o Delta do Jacuí, ficando sujeitas a inundações em períodos de chuvas.

CONCLUSÕES

O diagnóstico apresentado nesta pesquisa constitui uma importante ferramenta norteadora das ações e políticas públicas voltadas à prevenção de desastres causados por fenômenos geológicos, uma vez que representa um avanço no conhecimento das características associadas à população que reside nas áreas de risco. Assim, acredita-se que além dos resultados aqui apresentados, a metodologia proposta por este estudo pode ser de grande valia para o desenvolvimento de atualizações futuras deste diagnóstico e de novos estudos incluindo outras variáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de perdas e danos:** inundações bruscas em Pernambuco, Junho de 2010. Brasília, DF: [s.n.], 2012a. 75 p. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Inundaes-Bruscas-em-Pernambuco.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2021.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de perdas e danos:** inundações bruscas em Santa Catarina, Novembro de 2008. Brasília, DF: [s.n.], 2012b. 63 p. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Inundaes-Bruscas-em-Santa-Catarina.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2021.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de perdas e danos:** inundações e deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro, Janeiro de 2011. Brasília, DF: [s.n.], 2012c. 59 p. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/InundacoeseDeslizamentosnaRegiaoSerranadoRiodeJaneiro.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2021.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa:** Porto Alegre, RS. [Porto Alegre]: CPRM, 2013. 13p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/19424>. Acesso em: 21 out. 2021.

IBGE. **Base de informações do Censo Demográfico 2010:** resultados do universo por setor censitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 125 p. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base_de_informacoess_por_setor_censitario_universo_censo_2010.pdf. Acesso em: 2 jun. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. **Atlas brasileiro de desastres naturais:** 1991 a 2012: Brasil. 2. ed. rev. Florianópolis: UFSC, 2013. 126 p. Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/Mapas-Atlas-2012-Brasil.zip>. Acesso em: 2 jun. 2021.

UNISDR – UNITED NATIONS SYSTEM FOR THE COORDINATION OF DISASTER RISK REDUCTION. **Economic losses, poverty & disasters: 1998-2017.** [S.l.]: CRED, 2018. 31 p. Disponível em: https://www.preventionweb.net/files/61119_cred-economiclosses.pdf. Acesso em: 2 jun. 2021.

⁵ Em 2010 o salário mínimo vigente era de R\$ 510,00

Sede Brasília
Setor Bancário Norte - SBN
Quadra 02, Asa Norte
Bloco H - Edifício Central Brasília
Brasília - DF - CEP: 70040-904
Tel.: (61) 2108-8400

Escritório Rio de Janeiro – ERJ
Av. Pasteur, 404 – Urca
Rio de Janeiro – CEP: 22290-255
Tel.: (21) 2295-0032

Diretoria de Hidrologia e Gestão
Territorial
Tel.: (21) 2295-8248
(21) 2546-0214

Departamento de Gestão
Territorial
Tel.: (21) 2295-6147
(21) 2546-0419

Divisão de Geologia Aplicada
Tel.: (31) 3878-0304

Divisão de Gestão Territorial
Tel.: (71) 3878-0304

Ouvidoria
Tel.: 21 2295-4697
ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento
ao Usuário – SEUS
Tel.: 21 2295-5997
seus@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br

2021



SECRETARIA DE
**GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA

