

CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO EXPOSTA A RISCOS DE DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE CUNHA-SP

CHARACTERIZATION OF THE EXPOSED POPULATION TO RISK OF LANDSLIDES AND FLOODS IN MUNICIPALITY OF CUNHA-SP

Daniela Ferreira Ribeiro¹

¹ Centro de Ciências do Sistema Terrestre - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Caixa
Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil

Trabalho final da disciplina População, Espaço e Ambiente: CST-310-3 e SER-457-3

RESUMO

No contexto atual de mudanças climáticas, há uma perspectiva de aumento de ocorrência de eventos extremos, que quando se direcionam para locais com populações podem ocasionar perigos como inundações e deslizamentos. Esses perigos, associados as vulnerabilidades das populações, podem gerar impactos severos. Assim, a caracterização das populações expostas a perigos é essencial para contribuir com ferramentas de gestão de risco. Dentro dessa ótica, o objetivo desse trabalho foi caracterizar a população exposta a riscos de deslizamentos e inundações no município de Cunha – SP, através do uso de dados públicos, referentes aos setores censitários fornecidos pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e mapeamento de setores de risco realizado pelo CPRM (Serviço Geológico do Brasil), além de subsidiar uma análise prévia da vulnerabilidade da população exposta. A metodologia consistiu em associação de dados populacionais e ambientais em escala intra-urbana, realizada de acordo com os bairros do município. As variáveis selecionadas corresponderam a características da população (número de moradores por gênero e faixa etária, responsável pelo domicílio por gênero e renda), características dos domicílios (presença de abastecimento de água, energia elétrica, esgotamento sanitário e coleta de lixo) e características do entorno dos domicílios (presença de pavimentação, arborização, esgoto a céu aberto e lixo acumulado nos logradouros). Os resultados apontaram que aproximadamente 47% da população e dos domicílios estavam expostos aos deslizamentos e inundações, com 51% mulheres, 13% crianças e 17% idosos. Em relação a renda ,40% eram chefes de família mulheres. As características de domicílio e entorno apresentaram resultados satisfatórios, porém 10% da população possuía esgotamento inadequado (via fossa e rio). Os bairros com população mais vulnerável corresponderam ao bairro do Bixiga e do Motor, devido a associação de fatores de alta vulnerabilidade, como alto número de mulheres e condições precárias de domicílio e entorno. O estudo se mostrou interessante ao possibilitar a caracterização da população utilizando dados públicos e em uma escala intra-urbana, porém a atualização do censo a cada 10 anos e a homogeneização dos dados pode restringir o uso da metodologia.

Palavras chave: Perigos, População, Vulnerabilidade.

ABSTRACT

In the current context of climate changes, there is a prospect of increased occurrence of extreme events, which when directed to locations with populations can lead to hazards such as floods and landslides. These hazards, associated with population vulnerabilities, entail severe impacts. Thus, the characterization of populations exposed to hazards is essential to contribute with risk management tools. In this perspective, the objective of this study was to characterize the population exposed to landslides and floods in the municipality of Cunha - SP, through the use of public data, referring to the census tracts provided by IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) and mapping of risk sectors developed by the CPRM (Brazilian Geological Survey), in addition to subsidizing a previous analysis of the vulnerability of the exposed population. The

methodology consisted in the association of population and environmental data in an intra-urban scale, according to the districts of the municipality. The variables selected corresponded to population characteristics (number of inhabitants by gender and age group, responsible for household by gender and income), household characteristics (presence of water supply, electric power, sanitary sewage and garbage collection) and characteristics of the household surroundings (presence of paving, afforestation, open sewage and garbage accumulated in the public places). The results indicated that approximately 47% of the population and households are exposed to landslides and floods, with 51% women, 13% children and 17% elderly. In relation to income, 40% were female heads of households. Household and surroundings characteristics presented satisfactory results, but 10% of the population had inadequate sewage (via the fossa and rio). The neighborhoods with the most vulnerable population corresponded to the neighborhood of Bixiga and Motor, due to the association of factors of high vulnerability, such as high number of women and precarious conditions of domicile and environment. The study was interesting to allow the characterization of the population using public data and on an intra-urban scale, however, updating the census every 10 years and homogenizing the data may restrict the use of the methodology.

Key words: Hazards, Population, Vulnerability.

1. Introdução

Atualmente, devido ao contexto das mudanças climáticas, com perspectiva de aumento de ocorrência de eventos extremos como tempestades, furacões, enchentes e secas, tem-se observado maior preocupação em relação aos diferentes níveis de exposição das populações a esses fatores, principalmente relacionado as diferentes situações socioeconômicas e de características de ocupação.

Os eventos extremos caracterizam-se por eventos que atingem valores anormais, quando comparados com um estado climático médio observado ao longo do tempo. Estes eventos ocorrem em escalas temporais que variam de horas, dias, anos e até mesmo milênios, e apresentam potencial para causar impactos significativos aos sistemas humanos. Ao deslocarem-se para regiões com atividades humanas, estes eventos geram condições de perigo (tais como inundações, deslizamentos de terra, entre outros) que, dependendo das vulnerabilidades existentes, ocasionam impactos severos, caracterizando um desastre (MARENGO, 2009).

Segundo Alexander (1993) e Tonbin e Montz (1997) os desastres conceituam-se como o resultado de eventos e fenômenos naturais intensos ou extremos que atingem sistemas sociais incapazes de refleti-los, absorvê-los ou amortece-los, ocasionando impactos severos no equilíbrio social, econômico, físico, psicológico ou ambiental, dificultando as medidas de recuperação. Estes impactos dependem das vulnerabilidades existentes dos indivíduos, propriedades ou grupos sociais atingidos.

Desta forma, o conhecimento sobre informações das populações, como idade e renda, associado a caracterização física dos ambientes ocupados, são primordiais para determinar os níveis de exposição, contribuindo com medidas de gestão e prevenção.

Assim, o presente trabalho, objetiva caracterizar a população exposta a deslizamentos e inundações no município de Cunha – SP através da utilização de uma metodologia em escala intra-urbana. Além disso, a pesquisa buscou subsidiar uma análise prévia da vulnerabilidade da população residente em áreas de riscos no município.

2. Breve Revisão da Literatura

De acordo com Alves (2009), existem muitas definições de vulnerabilidade, que são utilizadas em diferentes áreas como o direito, segurança alimentar, macroeconomia, psiquiatria e prevenção de desastres. Entretanto, mesmo com essas diferenças conceituais, não há uma definição de vulnerabilidade mais representativa do que outra no campo científico, o que potencializa o uso do termo como um conceito mediador, que pode facilitar o diálogo entre diversos profissionais (EAKIN; LUERS, 2006; ANAZAWA *et al.*, 2013).

Uma das linhas de abordagem origina-se dos estudos relacionados a desastres naturais (*natural hazards*) e avaliação de risco (*risk assessment*), em que a vulnerabilidade se relaciona com a interação entre o risco existente em um determinado lugar (*hazard of place*) e as características e o grau de exposição da população residente (CUTTER, 1994; 1996).

Assim, dentro desse contexto, para a elaboração do presente trabalho, adotou-se a conceituação internacional proposta pela *International Strategy for Disaster Reduction* (ISDR), responsável pelas ações em redução do risco de desastre no âmbito das Nações Unidas. De acordo com a ISDR (2009) a vulnerabilidade caracteriza-se pelas condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam as circunstâncias de uma comunidade, sistema ou ativos, que os fazem suscetíveis aos efeitos danosos de uma ameaça. O conceito de ameaça pode ser entendido como um evento físico, fenômeno ou atividade que pode ocasionar perdas de vida, prejuízos socioeconômicos e degradação ambiental. A combinação da probabilidade de interação entre a ameaça natural ou antrópica, vulnerabilidade, exposição e capacidade, constitui o risco.

Dentro da literatura brasileira alguns autores têm desenvolvido uma discussão sistemática sobre o conceito de vulnerabilidade, procurando analisar a utilização deste

conceito em diferentes disciplinas, principalmente na geografia e na demografia. De acordo com esses autores tanto a demografia quanto a geografia entendem a vulnerabilidade como um conceito complementar ao de risco (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2005; 2006; HOGAN; MARANDOLA JR., 2005; 2007; ALVES, 2009).

No trabalho de Torres (2000) há uma discussão teórica sobre o conceito de risco ambiental, analisando os problemas e as dificuldades para a sua operacionalização. Segundo o autor, um dos aspectos mais relevantes relaciona-se a questão da cumulatividade de riscos de diferentes origens. Assim, áreas de risco ambiental, como locais próximos a lixões e sujeitas a inundações e desmoronamentos, muitas vezes, são as únicas acessíveis às populações de mais baixa renda, que acabam construindo nesses locais domicílios em condições precárias, além de enfrentarem diversos problemas sanitários e nutricionais.

Dessa forma, as condições de exposição da população às ameaças como deslizamentos ou inundações, podem ser potencializadas através de intervenções humanas, como por exemplo cortes e aterro nas encostas, lançamento de lixo ou esgotamento sanitário (DIAS *et al.*, 2017).

Segundo Marandola e Hogan (2005), há uma ampla necessidade em se conhecer a população residente nas áreas de risco, estabelecendo estudos que busquem mensurá-las e estudá-las. De acordo com o relatório do Marco de Sendai (UM, 2015), nos últimos dez anos, em escala global, mulheres, crianças e pessoas em situação de vulnerabilidade foram afetadas por desastres, de forma desproporcional em relação a outros grupos.

Estudos relacionados com a identificação da vulnerabilidade em escala municipal e nacional já foram desenvolvidos, como o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (SEADE, 2010), que objetivou identificar municípios prioritários para transferência de recursos; o Atlas de Vulnerabilidade Social (IPEA, 2015), que buscou classificar os municípios brasileiros de acordo com sua vulnerabilidade social; e o estudo desenvolvido por Cutter *et al.* (2003) que buscou determinar a vulnerabilidade social a perigos ambientais para os municípios dos Estados Unidos. Segundo Dias *et al.* (2017) esses trabalhos permitem a realização de comparações globais entre municípios e países, porém inviabilizam a definição de ações locais de resposta e a identificação de diferenças socioeconômicas em nível intramunicipal.

Nesse sentido, a utilização de dados do censo, organizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que são coletados através de uma abordagem única em todo país, representam um grande potencial para análise (DIAS *et al.*, 2017).

Além disso, a utilização de ferramentas disponíveis em Sistemas de Informações Geográficas tem se tornado essenciais para a associação entre os dados censitários e as áreas de risco, visto que proporcionam a integração, em uma única base de dados, de informações espaciais provenientes de dados cartográficos, censitários, cadastro urbano, imagens de satélite, entre outros (CÂMARA *et al.*, 2001).

Dentro desse contexto, o presente estudo objetiva a caracterização da população exposta a riscos de deslizamentos e inundações no município de Cunha, em uma escala intra-urbana, através da utilização de dados censitários e dados referentes a setores de risco mapeados no município pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

3. Área de estudo

O município de Cunha está situado no leste do estado de São Paulo, entre as coordenadas de latitude $23^{\circ} 04' 28''$ S e de longitude $44^{\circ} 57' 35''$ W (Figura 1). Possui uma área da unidade territorial de 1.407,250 km² e localiza-se na bacia do Paraíba do Sul, em seu trecho paulista, no Alto Paraíba.

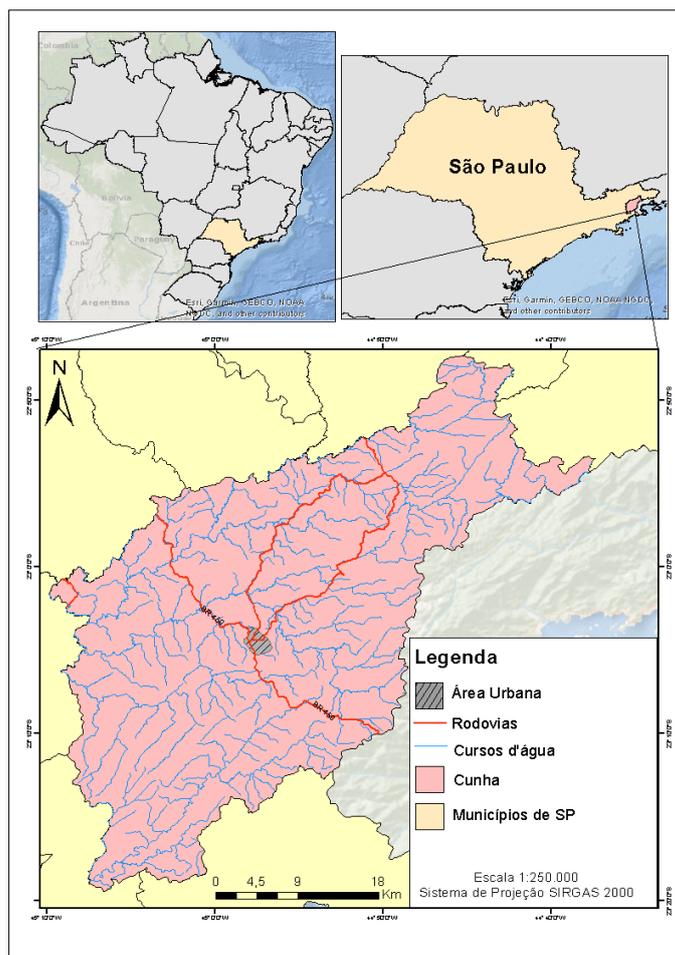


Figura 1: Localização da área de estudo. Fonte: IBGE, 2010.

De acordo com o IBGE, em 2010 o município apresentava uma população de 21.866 habitantes, com densidade demográfica de 15,54 hab/km².

Apresenta um substrato composto principalmente por rochas ígneas e metamórficas da província Mantiqueira, com predomínio de xistos, gnaisses e quartzitos deformados do Complexo Embu. O relevo caracteriza-se por morros baixos, morros altos e relevo serrano (CPRM, 2017).

A altitude média do município é de 1.100 metros, sendo os pontos mais altos o Pico da Pedra da Macela e o Pico do Cume. O clima caracteriza-se como temperado e seco, com variações de temperatura de -3 a 15° C no inverno e 15° a 25° C no verão (PREFEITURA MUNICIPAL DE CUNHA)

A cobertura vegetal da região é composta de mata atlântica nas serras e áreas de pastagens e solos compactados, com elevado aporte de sedimentos (MEDEIROS, 2013).

A economia do município baseia-se em pecuária leiteira e de corte, produção de milho, feijão, batata, pinhão, cogumelos e peixes, além de turismo de aventura, com a presença do núcleo do parque estadual da Serra do Mar, e festas regionais, religiosas e culturais (PREFEITURA MUNICIPAL DE CUNHA).

A população estabeleceu-se na área urbana do município, ocupando as várzeas dos rios, sujeitas a inundações, e encostas de morros, sujeitas a escorregamentos, desta forma a ocorrência de desastres torna-se comum na região, associados a chuvas intensas ou longos períodos de precipitação. Em 2010, devido a fortes chuvas que afetaram a região, o município foi atingido por escorregamentos de encostas e quedas de barreiras que interromperam o fornecimento de água e energia em alguns bairros e isolaram a população rural, deixando 12.000 pessoas afetadas, 492 desalojadas, 38 desabrigadas e 6 vítimas (MEDEIROS, 2013). Dessa forma, a cidade caracteriza-se como um local interessante para o desenvolvimento de estudos relacionados a vulnerabilidade da população aos riscos de inundações e deslizamentos.

4. Material e Métodos

4.1 Material

Os dados utilizados no presente trabalho corresponderam a dados ambientais, referentes ao mapeamento de setores de risco alto a deslizamentos e inundações, em escala intra-urbana, disponibilizados pelo CPRM, e dados populacionais, obtidos através da base de informações do Censo Demográfico 2010, resultados do universo por setor censitário, que é a unidade de coleta das operações censitárias, definida pelo IBGE.

Além disso, foram utilizadas imagens orbitais de alta resolução do ano de 2018 provenientes da DigitalGlobe, que licencia para o repositório de imagens Google Earth, imagens de satélite Quickbird (60 cm), GeoEye-1 (50 cm), IKONOS (1m) e WorldView-2 e 3 (50 cm). Também foram utilizadas as bases cartográficas em escala 1:250.000 do IBGE referentes a hidrografia, limites, localidades e transportes, na versão de 2015.

4.2 Métodos

Diversos trabalhos já foram desenvolvidos a fim de caracterizar populações com alta vulnerabilidade em escala intra-municipal utilizando dados censitários, como por exemplo os trabalhos de Cunha *et al.* (2004), Alves (2006), Deschamps (2006), Almeida (2010) e Goerl *et al.* (2012). Estes trabalhos utilizam os setores censitários como limite para a definição das áreas de maior vulnerabilidade, porém, de acordo com Dias *et al.* (2017) em muitos casos esse método pode apresentar desafios de associação de dados, visto que os limites podem não coincidir exatamente com as áreas de risco, super ou subestimando-as. Ainda segundo as autoras, essa problemática ocorre, pois, as bases de dados foram criadas com objetivos diversificados, sendo os setores censitários para a coleta de informações populacionais, e os setores de risco para determinação de limites de áreas de risco associadas a um fenômeno perigoso. Assim, buscando-se uma maior aderência entre as diferentes escalas, optou-se por agrupar os setores censitários segundo os bairros do município de Cunha – SP, visando utilizar a mesma escala dos setores de risco, que foram mapeados utilizando os bairros como unidade espacial de análise.

Após o agrupamento foi feita a análise do potencial de associação dos dados demográficos às áreas de risco através da distribuição espacial dos setores de risco por bairro. Em posse das informações referentes aos bairros viáveis para a associação dos dados censitários realizou-se a integração das planilhas com as informações do resultado do universo por setor censitário do Censo 2010.

Os procedimentos metodológicos desenvolvidos no trabalho apresentam-se no fluxograma da Figura 3.

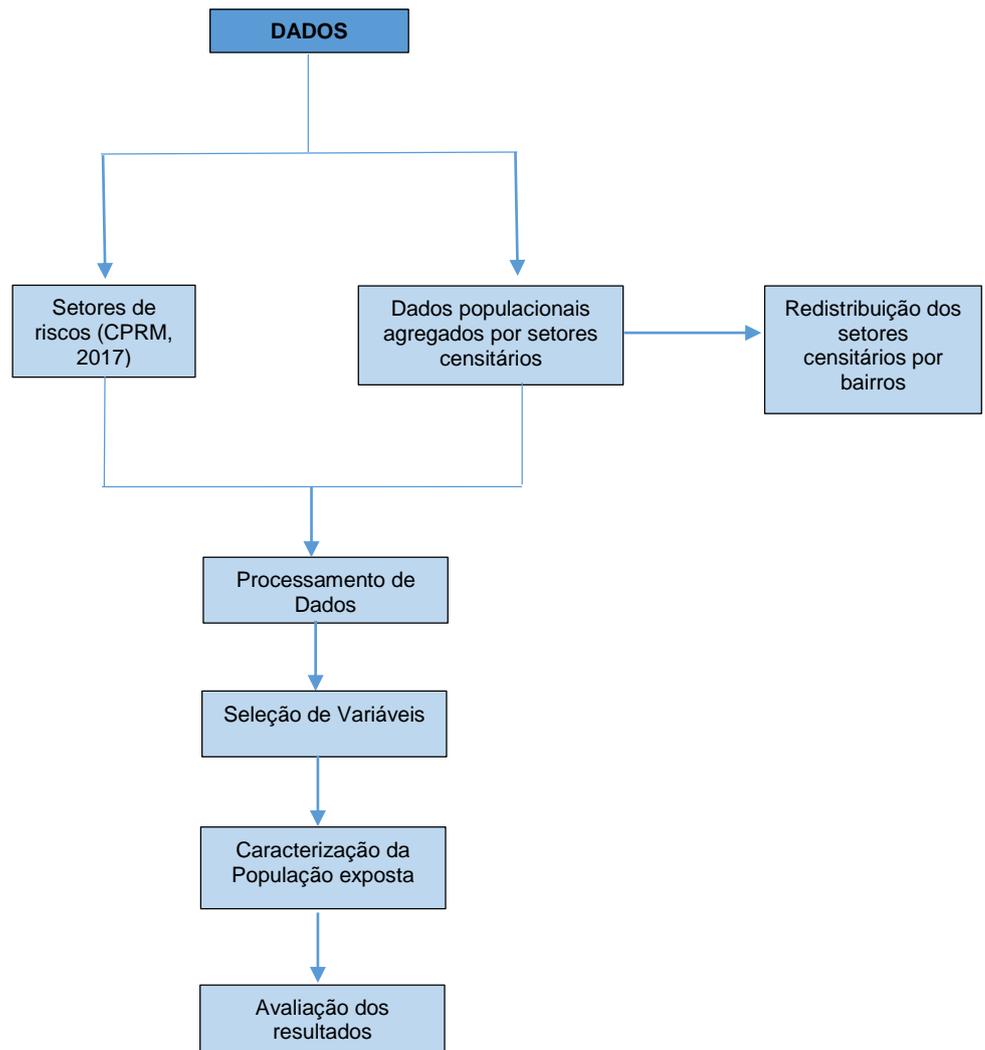


Figura 3: Fluxograma com os procedimentos metodológicos desenvolvidos no trabalho.

4.1.1 Distribuição dos Setores de Risco

Os dados referentes aos setores de risco do município de Cunha foram provenientes da publicação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, que apresentou o mapeamento, descrição e classificação de situações com potencialidade para risco alto e muito alto a enchentes, inundações e deslizamentos.

No município de Cunha foram identificados dez setores de risco, localizados na área urbana, relacionados a deslizamentos e inundações/solapamento de margem (Figura 3).



Figura 3: Setores de risco presentes na área de estudo. Fonte: CPRM, 2017.

Os setores foram mapeados em uma escala intra-urbana, utilizando os bairros da área urbana do município como unidade espacial de análise. Os setores foram classificados em relação ao risco potencial de ocorrência de deslizamentos e inundações com classes do tipo alto, que corresponde a presença de indícios ou evidências de instabilidade, como trincas em muros e paredes, trincas longitudinais em trilhas, depressão de pavimentos, presença de voçorocas, presença de areia lavada em canalizações abertas, inclinação e tombamento de obras, embarrigamento de muros de contenção, descalçamento de fundações e outros. A localização da construção e o próprio histórico local de acidentes pretéritos também foram levados em consideração (CPRM, 2017).

4.1.2 Dados Populacionais Agregados por Setores Censitários

A base de dados populacionais utilizado no presente estudo foi composta por dados do censo demográfico 2010, cuja unidade espacial de referência corresponde aos setores censitários.

Os setores censitários constituem-se em uma unidade espacial de análise operacional, que inclui uma base territorial e os cadastros alfanuméricos, referentes as planilhas com as informações coletadas através da aplicação de questionários do censo. Estes dados apresentam um identificador único, denominado geocódigo do setor, que possibilita a associação da base territorial ao cadastro alfanumérico. Este cadastro é composto por diversas variáveis coletadas em entrevista realizada pelo censo demográfico, que possuem informações sobre os domicílios e os moradores.

O município de Cunha possui 57 setores censitários subdivididos entre a área rural e urbana. A Figura 4 apresenta os setores presentes no município.

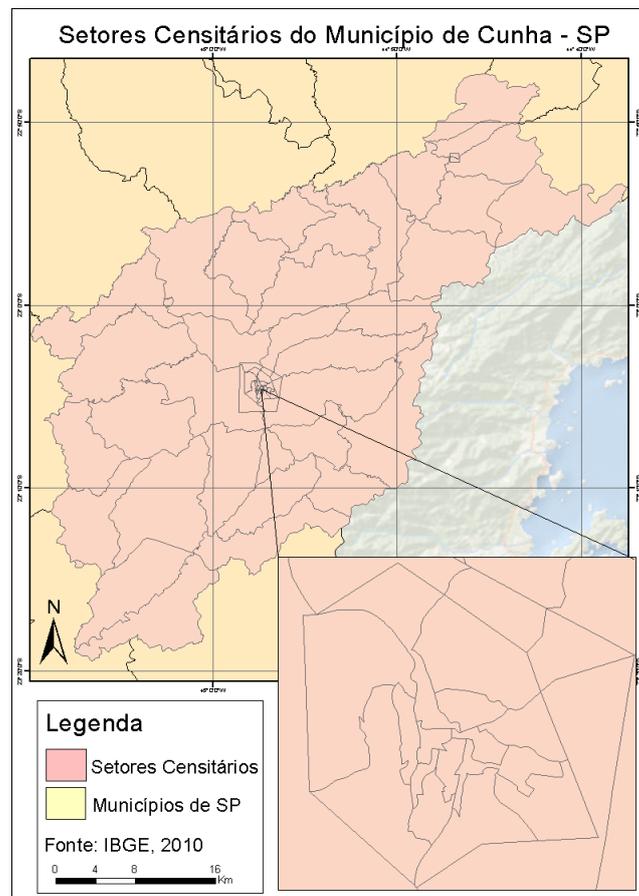


Figura 4: Setores censitários pertencentes ao município de Cunha, com destaque para os setores da área urbana. Fonte: IBGE, 2010.

4.1.3 Redistribuição da População por Bairros

No presente trabalho, optou-se por agrupar os setores censitários segundo os bairros do município de Cunha – SP, visando utilizar a mesma escala de mapeamento dos setores de risco. Este procedimento foi possível devido ao fato de as planilhas com as

informações referentes aos setores censitários apresentarem o nome do bairro a qual os setores pertenciam.

Assim, os setores de risco, disponíveis em formato de polígonos, foram sobrepostos às malhas digitais dos setores censitários de 2010 agrupados por bairros na área urbana do município, e foram estimadas as características das populações expostas, residentes dentro das áreas de risco. Essas estimativas foram realizadas através do método de *overlay*, que consiste na sobreposição de cartografias e atribuição de medidas de proporção em que os territórios dos bairros participam do território das áreas de risco. As medidas de proporção corresponderam a duas etapas: a porcentagem de risco por bairro e a comparação entre a ocupação urbana e a localização das áreas de risco no bairro (DIAS *et al*, 2017).

A porcentagem de risco por bairro foi calculada através da geometria do polígono, em m², aplicando-se o cálculo de porcentagem (*PorcRisco*), considerando o tamanho da área de risco (*Tar*) pelo tamanho do bairro (*Tb*), com o objetivo de identificar quanto da área do bairro também era caracterizada como área de risco (Equação 1).

$$PorcRisco = \frac{Tar}{Tb} \times 100 \quad (1)$$

Após a realização dos cálculos de porcentagem foi feita a avaliação da distribuição das áreas de risco sobre as áreas ocupadas. Através de interpretação visual de imagem de satélite observou-se o limite das áreas de risco e a quantidade de residências nas áreas ocupadas. Utilizou-se uma imagem de alta resolução espacial, do ano de 2018, disponível no repositório de imagens GoogleEarth. Optou-se pela contagem visual das residências, devido à ausência de dados geoespaciais e cadastrais contendo essas informações.

Após as análises foram definidas três condições baseadas na possibilidade de associação ou não dos dados censitários: ótima, quando de 100% a 90% das residências estavam localizadas na área de risco; boa, quando 90 a 60% das residências estavam localizadas em áreas de risco; e regular, quando a correspondência entre as áreas de risco é inferior a 60%.

Após a seleção dos bairros viáveis para a associação dos dados censitários realizou-se a integração das planilhas através do geocódigo do bairro, desta forma, cada bairro obteve as informações referentes aos moradores, domicílios e o entorno dos domicílios.

Dentre os 57 setores censitários presentes no município foram selecionados 14 setores, agrupados em 8 bairros, na área urbana da cidade (Figura 5).

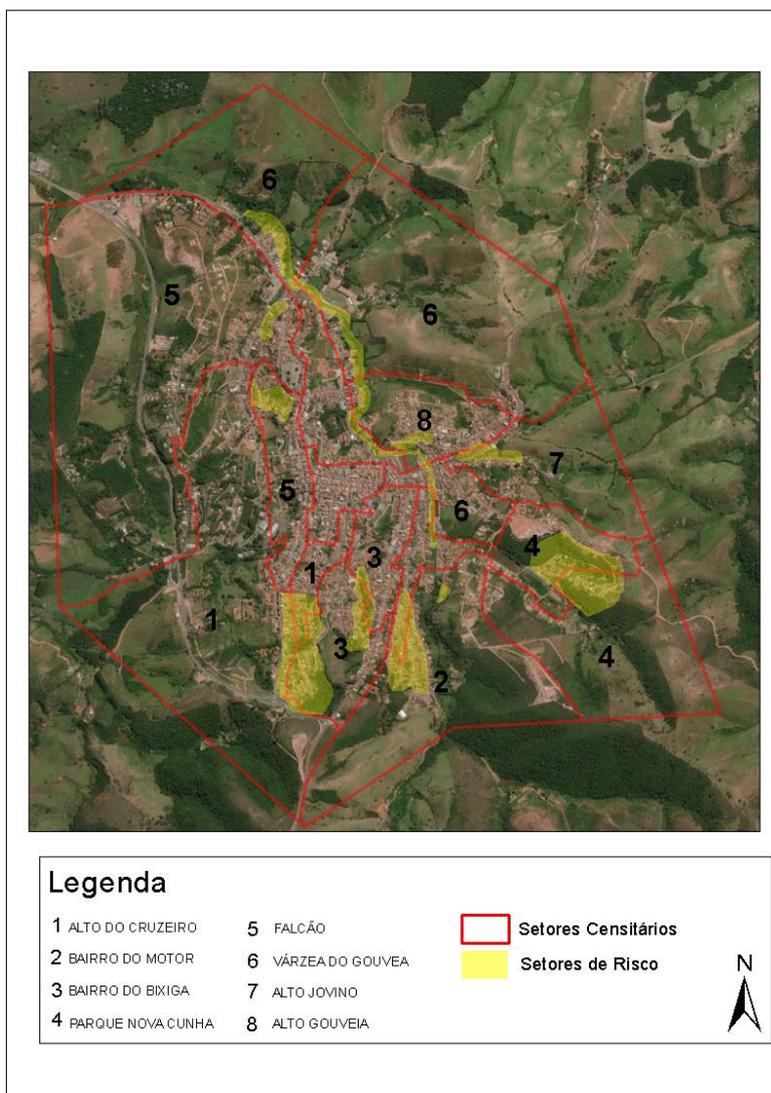


Figura 5: Setores censitários agrupados por bairros utilizados para associação de dados com áreas de risco mapeadas. Fonte: IBGE, 2010.

4.1.4 Caracterização da População

As variáveis selecionadas para a caracterização da população apresentam-se no Quadro 1:

VARIÁVEIS POPULACIONAIS				
Características dos Moradores	Número de moradores por sexo	Número de moradores por faixa etária	Responsável pelo domicílio por sexo	Responsável pelo domicílio por renda.
Características dos domicílios	Abastecimento de água	Esgotamento Sanitário	Coleta de lixo	Energia Elétrica
Características do entorno dos domicílios	Pavimentação	Arborização	Esgoto a céu aberto	Lixo acumulado nos logradouros

Quadro 1: Variáveis selecionadas para caracterização da área de estudo.

As informações referentes as variáveis escolhidas foram obtidas através de planilhas referentes aos dados obtidos em entrevistas realizadas pelo Censo 2010. As tabelas utilizadas corresponderam a Básico, Domicílio 01 e 02, Responsável 01 e 02, Pessoa 13, Responsável Renda e Entorno

Optou-se por tratar os grupos etários conforme preconiza o Estatuto da Criança e do Adolescente e o Estatuto do Idoso, que considera criança na faixa de idade entre 0 a 11 anos, adolescente de 12 a 18 anos, adulto de 19 a 59 e idoso acima de 60 anos.

4.1.5 Vulnerabilidade dos Bairros

A fim de realizar uma análise prévia da vulnerabilidade dos bairros associados aos setores de risco a deslizamentos e inundações, determinou-se algumas variáveis que representariam maior vulnerabilidade, associadas ao número de moradores mulheres, idosos e crianças; domicílios com renda mensal até 1 salário mínimo e sem renda; domicílios com esgoto via fossa rudimentar, via lago, rio ou mar e lixo jogado em terreno baldio ou logradouro; e existência de esgoto a céu aberto e lixo acumulado nos logradouros. Para cada variável foi estipulado um valor de Alta ou Baixa vulnerabilidade.

A variável total de mulheres foi determinada comparando o número total de mulheres e homens presentes em cada bairro. Os bairros que apresentavam maior número de mulheres foram classificados com alta vulnerabilidade. Em relação ao total de crianças e idosos, foi feita a soma do total dessas populações expostas e determinados os bairros que apresentavam maior porcentagem, assim os intervalos estabelecidos corresponderam a alta vulnerabilidade para bairros com valores acima de 10% de crianças e idosos.

A renda média mensal foi determinada através da soma dos valores totais de famílias expostas que apresentaram rendimento médio dos domicílios variando de meio até 1 salário mínimo e as famílias que não possuíam renda. O intervalo de classes

considerou alta vulnerabilidade valores acima de 10% de rendimento até 1 salário e sem renda.

As variáveis relacionadas a características de entorno foram determinadas devido à presença ou ausência de domicílios com esgoto via fossa rudimentar, esgoto via rio, lago ou mar e lixo jogado em terreno baldio ou logradouro; e no entorno dos domicílios presença de esgoto a céu aberto e lixo acumulado nos logradouros.

O Quadro 2 apresenta as variáveis utilizadas para a determinação da vulnerabilidade dos bairros expostos no município.

Variáveis populacionais	Caracterização	Classes
Características dos moradores		
Total de mulheres	Porcentagem maior de mulheres do que homens por bairro	Alta
	Porcentagem menor de mulheres do que homens por bairro	Baixa
Total de crianças	Mais de 10% de crianças em relação ao total de crianças expostas no município	Alta
	Menor ou igual a 10% de crianças em relação ao total de crianças expostas no município	Baixa
Total de idosos	Mais de 10% de idosos em relação ao total de idosos expostos no município	Alta
	Menor ou igual a 10% de idosos em relação ao total de idosos expostos no município	Baixa
Renda familiar	Mais de 10% de renda mensal até 1 salário mínimo e sem renda em relação ao valor total de renda média mensal de 1 salário mínimo e sem renda da população exposta no município.	Alta
	Menor ou igual a 10% de renda mensal até 1 salário mínimo e sem renda em relação ao valor total de renda média mensal de 1 salário mínimo e sem renda da população exposta no município.	Baixa
Características de domicílios		
Esgoto via fossa rudimentar	Presença	Alta
	Ausência	Baixa
Lixo jogado em terreno baldio ou logradouro	Presença	Alta
	Ausência	Baixa
Esgoto via lago, rio ou mar	Presença	Alta
	Ausência	Baixa
Características do entorno		
Esgoto a céu aberto	Presença	Alta
	Ausência	Baixa
Lixo acumulado nos logradouros	Presença	Alta
	Ausência	Baixa

Quadro 2: Variáveis populacionais utilizadas para classificação de vulnerabilidade da população exposta nos bairros do município.

Para a realização da análise integrada dos dados utilizou-se a ferramenta *Weighted Sum* no software ArcGIS 10.2.2. Esta ferramenta permite a realização de uma soma ponderada através da atribuição de pesos e importância relativa a diferentes classes e a combinação de múltiplos fatores, possibilitando uma análise integrada. A ferramenta multiplica o valor de determinadas classes pelo peso específico atribuído a elas. Após a multiplicação, ocorre a soma conjunta do valor de cada parâmetro adicionado para a formação de um valor final

5. Resultados e Discussões

O resultado da metodologia aplicada indica que o município de Cunha apresenta 3307 domicílios e 10.214 moradores expostos a riscos de deslizamentos e inundações, correspondendo a aproximadamente 47% da população da cidade.

As condições para associação de dados dos bairros foram classificadas como regular (60%) e boa (40%). Isso ocorreu pois 90% dos setores de risco eram associados a deslizamentos, caracterizados por polígonos pequenos, com área média de aproximadamente 0,04 km². É importante ressaltar que os processos de movimentação de massa ocorrem de forma generalizada dentro de um território, e seus impactos não se limitam aos polígonos da área de risco. Portanto, ao avaliar os bairros, considerou-se viável incluir a população residente próxima a essas áreas, já que no caso de um desastre elas também estariam expostas ao risco.

Do total de moradores, 5157 eram mulheres e 5057 eram homens, sendo que 1737 correspondiam a crianças e 1356 eram idosos. O Quadro 3 apresenta as características dos moradores expostos, divididos por bairros do município.

Bairros	CARACTERÍSTICAS DOS MORADORES							
	Número de Domicílios	Número de Moradores	Total de Homens	Total de Mulheres	Total de Crianças	Total de Adolescentes	Total de Adultos	Total de Idosos
Bairro do Bixiga	568	1659	810	849	277	204	967	213
Alto do Cruzeiro	241	724	358	366	86	91	402	140
Bairro do Falcão	606	1788	917	871	76	247	1010	255
Várzea do Gouveia	673	2075	985	1090	310	279	1188	308
Alto Jovino	193	615	301	314	331	89	345	75
Parque Nova Cunha	372	1182	613	569	104	154	645	167
Bairro do Motor	347	1146	491	534	221	133	547	107
Alto Gouveia	307	1025	582	564	232	191	615	91
TOTAL	3307	10214	5057	5157	1737	1388	5733	1356

Quadro 3: Características dos moradores divididos por bairros associados a setores de risco em Cunha. Fonte: IBGE, 2010.

A Figura 6 apresenta a densidade de moradores e domicílios expostos distribuídos por bairros no município.

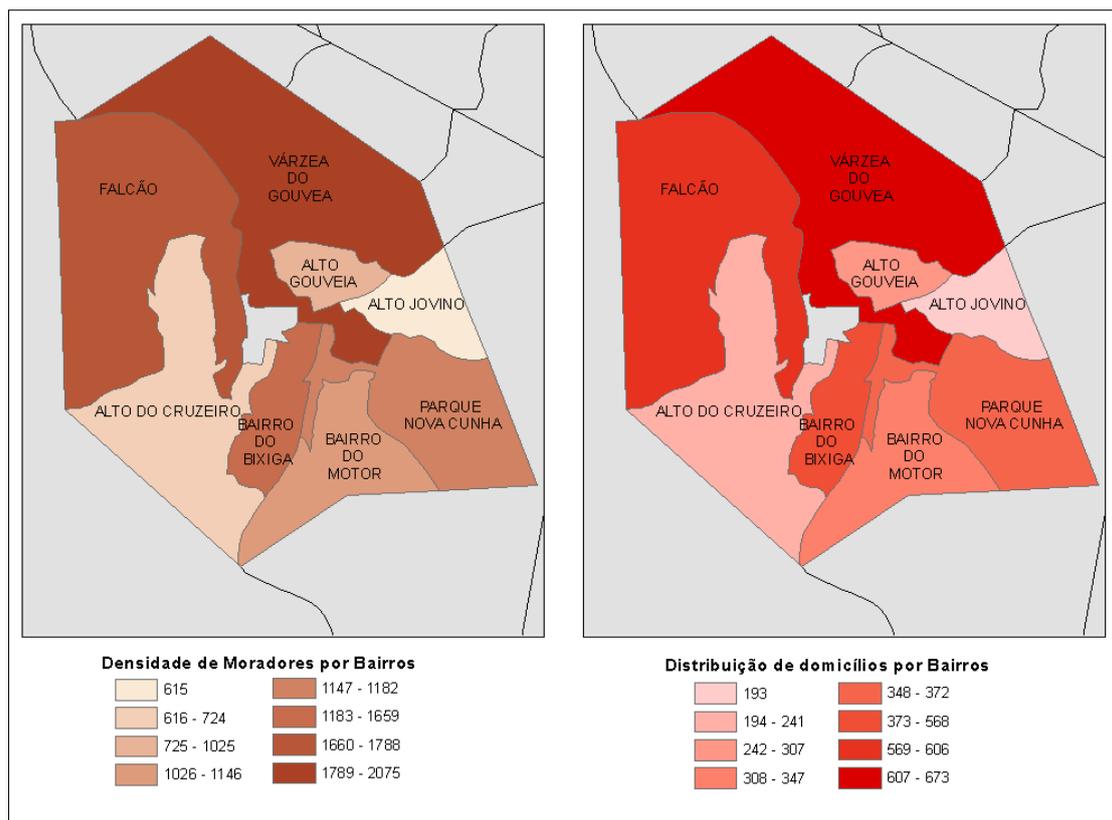


Figura 6: Densidade de moradores e domicílios expostos distribuída por bairros no município.

O conhecimento de informações sobre as pessoas expostas segundo gênero e grupos etários é importante para auxiliar a delimitar as ações de prevenção, como campanhas de educação, além de ações de resposta, como a retirada de pessoas de áreas de risco e organização de abrigos temporários (DIAS *et al.*, 2017). Segundo Mazurana *et al.* (2013) homens e mulheres, crianças, adultos e idosos possuem diferentes responsabilidades em um cenário de desastre e, portanto, o conhecimento dessas características contribui com a elaboração de planos de contingência. Além disso, a determinação de grupos por faixa etária pode auxiliar na definição de áreas prioritárias para a defesa civil no momento da ocorrência do desastre (DIAS *et al.*, 2017).

De acordo com Cutter *et al.* (1996), em relação ao gênero, as mulheres podem ter mais dificuldades de recuperação do que homens, normalmente devido a setores específicos de empregos, salários baixos e responsabilidades familiares. Segundo Eklund e Tellier (2012), os casos de mortalidade em decorrência de desastres e morbidade pós desastre têm afetado mais as mulheres. Portanto, a identificação desses valores pode

colaborar com a implementação de medidas preventivas locais e específicas, considerando as condições de vida das mulheres em áreas de risco (DIAS *et al.*, 2017).

A Figura 7 apresenta a densidade populacional de homens, mulheres, crianças e idosos expostos, distribuídos por bairros, no município.

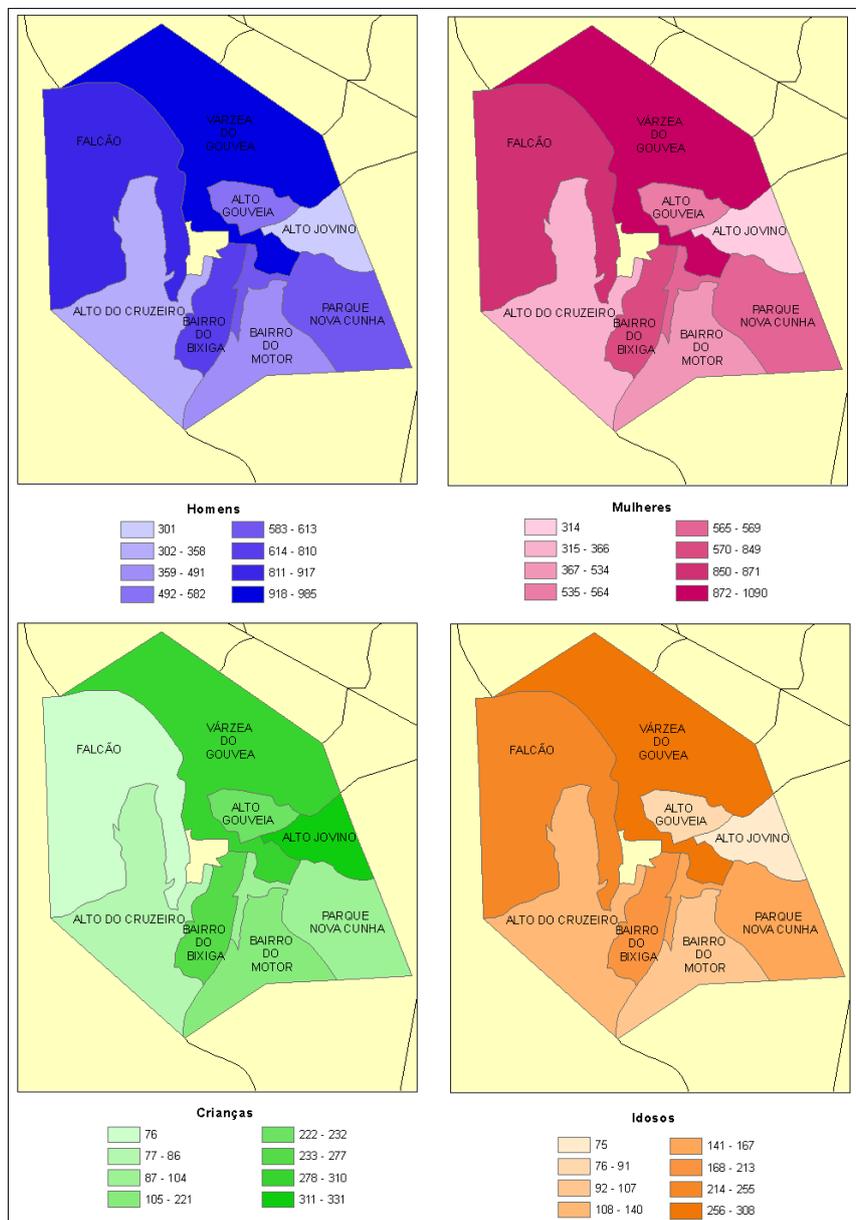


Figura 7: Densidade de homens, mulheres, crianças e idosos expostos distribuídos por bairros no município.

Em relação a idade, os extremos do espectro etário (crianças e idosos) apresentam maior dificuldade de movimentação, sendo que idosos podem apresentar restrições de mobilidade, necessitando ajuda, e as crianças não seriam capazes de reagir adequadamente diante da materialização do risco, na ocorrência de deslizamentos e inundações. Além disso, esses grupos etários tendem a permanecer mais tempo em seus

domicílios, e assim, apresentam-se mais expostos aos riscos (CUTTER *et al.*, 1996; LIU *et al.*, 2002; DIAS *et al.*, 2017).

Em relação aos responsáveis pelo domicílio (3317 pessoas), a maioria era do sexo masculino, com um total de 1984 (60%) e 1333 mulheres (40%). Dos números referentes ao total de rendimento mensal, os maiores valores corresponderam a rendimentos de meio a 1 salário mínimo (1246 pessoas) e de 1 a 2 salários (891) e havia um total de 373 chefes de família sem renda. O Quadro 4 apresenta o gênero dos responsáveis pelo domicílio divididos em bairros e os níveis de renda.

Bairros	RESPONSÁVEL PELO DOMICÍLIO		RENDA MENSAL (em salários mínimos)									
	Homens	Mulheres	1/2	½ a 1	1 a 2	2 a 3	3 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	Mais de 20	Sem renda
Bairro do Bixiga	192	377	35	200	176	56	32	14	3	1	1	51
Alto do Cruzeiro	115	126	10	74	55	23	30	16	1	1	1	30
Bairro do Falcão	229	381	34	166	178	56	66	48	6	6	3	47
Várzea do Gouveia	259	418	38	294	184	48	42	23	1	0	0	47
Alto Jovino	73	120	15	77	64	7	10	4	0	0	0	16
Parque Nova Cunha	225	148	17	165	64	9	13	1	0	0	0	104
Bairro do Motor	106	201	23	129	88	17	7	7	1	2	0	33
Alto Gouveia	134	213	48	141	82	21	5	4	0	1	0	45

Quadro 4: Características dos moradores referente a responsável pelo domicílio e renda mensal.

Fonte: IBGE, 2010.

A Figura 8 apresenta a distribuição de chefes de família homens e mulheres expostos no município.

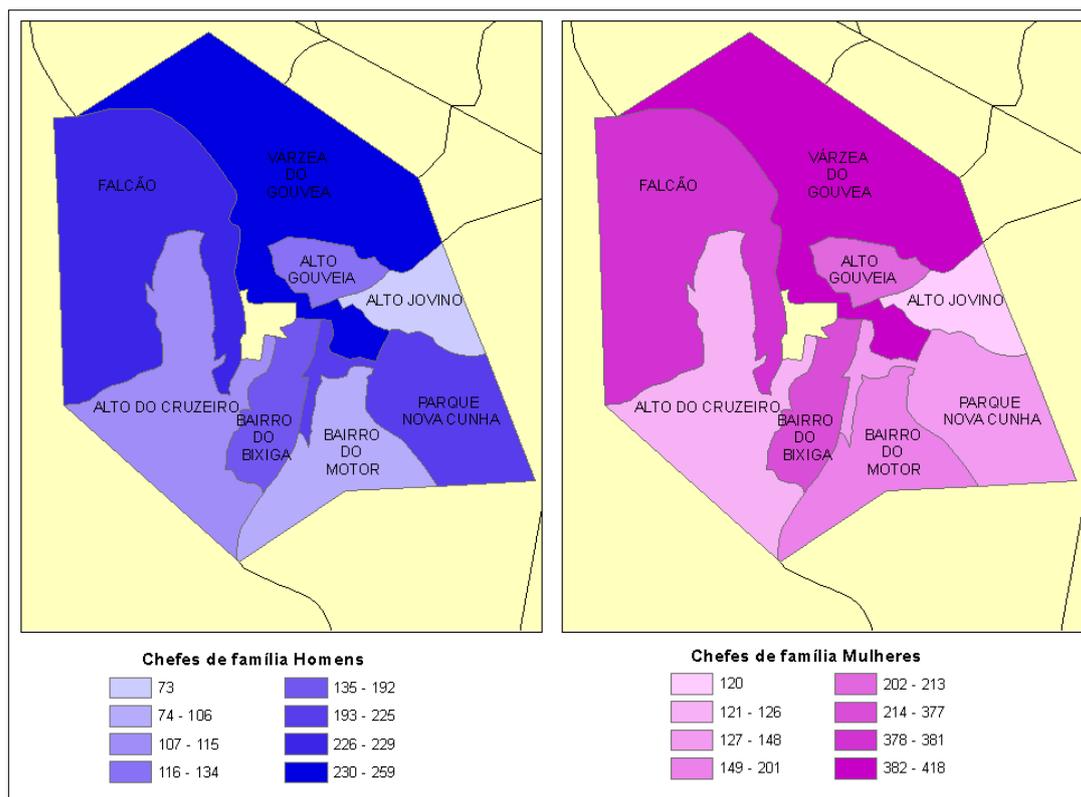


Figura 8: Distribuição de chefes de família homens e mulheres expostos no município.

Em relação as características de renda familiar de acordo com Cutter *et al.* (1996) o nível de renda relaciona-se diretamente com a capacidade de absorver as perdas e a resiliência aos impactos. Além disso, segundo Sposati (1996) o rendimento dos chefes de família indica a capacidade de cobertura do orçamento doméstico, além da aquisição de bens e serviços. Assim, maiores valores de renda permitem que as comunidades se recuperem mais rapidamente.

As variáveis relacionadas as características dos domicílios expostos apresentaram boas condições quanto ao acesso a serviços básicos, como o abastecimento de água, energia elétrica e coleta de lixo. Em relação ao abastecimento de água, 98% dos domicílios possuem abastecimento em rede geral. Nos bairros Alto do Jovino e Alto do cruzeiro 1% dos domicílios possuíam abastecimento via poço ou nascente na propriedade, e no bairro do Falcão e Alto do Cruzeiro, 1% possuía outras formas de abastecimento.

Em relação ao esgotamento sanitário, 90% dos domicílios expostos apresentavam esgotamento sanitário via rede geral, aproximadamente 2% possuíam esgotamento via fossa séptica, 2% via fossa rudimentar e 6% via lago, rio ou mar.

Do total de domicílios expostos, 99% apresentam coleta de lixo, sendo que 94% corresponde a lixo coletado por serviço de limpeza e 6% via caçamba de serviço de

limpeza. Os outros destinos do lixo dividem-se em lixo queimado (54%), lixo jogado em terreno baldio ou logradouro (36%) e outro destino (10%).

Em relação a energia elétrica, 99,9% dos domicílios apresentam energia via companhia distribuidora.

Segundo o IBGE (2011), tratando-se de indicadores sociais de acesso aos serviços básicos, a cobertura de rede de abastecimento de água caracteriza a qualidade de vida da população, visto que o acesso à água tratada serve como base para melhores condições de saúde e higiene da população. Além disso, a presença de esgotamento sanitário via rede geral de esgoto indica melhores condições de qualidade de vida da população, pois a ausência desse recurso pode gerar proliferação de doenças. Ressalta-se também que o esgotamento via fossa rudimentar é considerado inadequado. Diversos autores abordam que a presença de fossas em áreas de risco constitui-se em um condicionante antrópico que favorece a ocorrência de deslizamentos, além de acelerar a erosão do talude e saturar o solo, aumentando a possibilidade de deslizamentos (ALHEIROS *et al.*, 2003; ARMESTO, 2012; CARVALHO *et al.*, 2007; MIRANDOLA & MACEDO, 2014).

A coleta de lixo também é um fator importante, visto que, a ausência de coleta ou disposição inadequada pode refletir em proliferação de vetores de doenças, contaminação do solo e dos corpos d'água.

Por fim, em relação as características do entorno dos domicílios, segundo Mirandola e Macedo (2014) o acúmulo de lixo, quando ocorre em encostas, pode ocasionar deslizamentos devido à falta de coesão e estruturação que o lixo representa. Além disso, a presença de lixo e esgoto a céu aberto pode atrair animais vetores de diversas doenças (MARA & FEACHEM, 1999).

As características de entorno dos domicílios apresentaram valores satisfatórios, com aproximadamente 93% dos domicílios com presença de pavimentação. Em relação as variáveis presença de arborização, esgoto a céu aberto e lixo acumulado nos logradouros, havia um total de 54% sem arborização, 1% com esgoto a céu aberto e 1% com lixo acumulado nos logradouros.

Após a determinação da caracterização da população exposta, optou-se por realizar uma análise prévia da vulnerabilidade dos bairros associados aos setores de risco a deslizamentos e inundações.

A Figura 9 apresenta a classificação de vulnerabilidade das populações expostas no município, distribuídas por bairros.

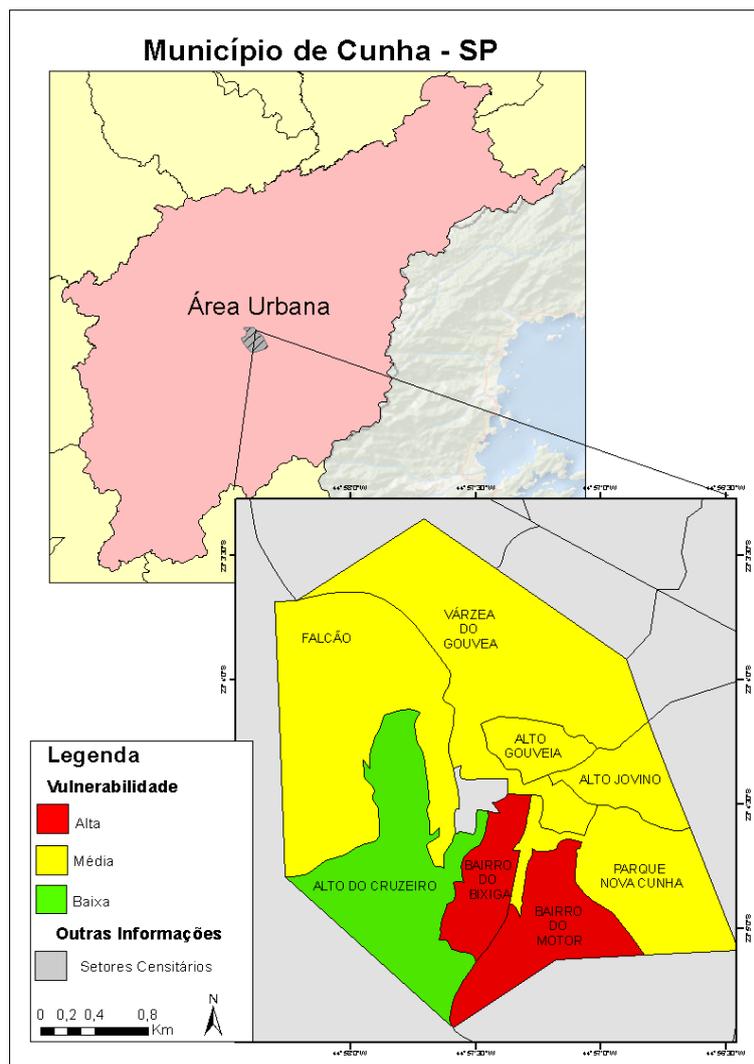


Figura 9: Classes de vulnerabilidade da população exposta a riscos de deslizamentos e inundações distribuídas por bairros no município de Cunha.

A análise apresentou classe de alta vulnerabilidade para os bairros do Motor e Bixiga, média vulnerabilidade para os bairros Falcão, Várzea do Gouveia, Alto Gouveia e Alto Jovino e baixa vulnerabilidade para o bairro Alto do Cruzeiro.

Os bairros do Bixiga e Motor apresentaram os maiores valores de vulnerabilidade, devido a associação de maior número de variáveis com classificação de alta vulnerabilidade. Os bairros apresentaram um número de mulheres elevado, com 51% no bairro do Bixiga e 52% no bairro do Motor. Os valores de crianças foram de 15% para o bairro do Bixiga e 13% para o bairro do Motor, e em relação aos idosos, os bairros apresentaram respectivamente os valores de 15% e 8%.

Em relação a renda, o bairro do Bixiga apresentou alta vulnerabilidade com aproximadamente 16% da população com baixo rendimento médio, de até 1 salário mínimo, já o bairro do Motor apresentou valor de 10% para essa variável.

Ambos os bairros apresentaram domicílios com esgoto via lago, rio ou mar. O bairro do Bixiga possuía domicílios com esgotamento via fossa rudimentar e o bairro do Motor apresentou lixo acumulado em logradouros e foi o único a apresentar domicílios com esgoto a céu aberto nos entornos.



Figura 10: Bairro do Motor com presença de domicílios em locais impróprios, com risco de deslizamento. Fonte: CPRM, 2017.



Figura 11: Domicílio do Bairro do Bixiga com risco de ser atingido por deslizamento. Fonte: CPRM, 2017.

Os bairros do Falcão, Várzea do Gouvea, Alto Jovino, Parque Nova Cunha e Alto Gouveia apresentaram vulnerabilidade intermediária. Os valores de maior vulnerabilidade para esses bairros caracterizaram-se predominantemente por condições precárias de domicílios e entorno, com presença de esgotamento via fossa rudimentar e rio, além de presença de lixo acumulado nos logradouros. Ressalta-se que o bairro Várzea do Gouvea apresentou a maior porcentagem de populações de baixa renda, com aproximadamente 21%.

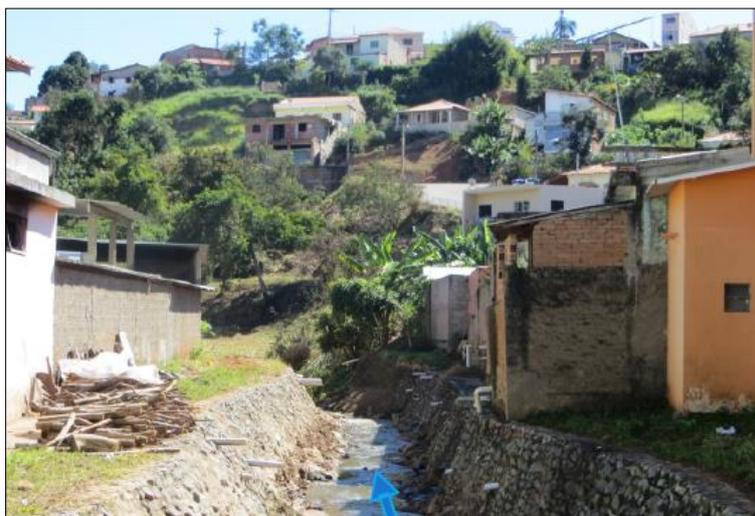


Figura 12: Domicílios do bairro Várzea do Gouvea com presença de esgoto via rio. A seta em azul indica a direção do curso d'água. Fonte: CPRM, 2017.

O bairro que apresentou menor vulnerabilidade correspondeu ao Alto Cruzeiro, cujos valores de idosos e crianças eram baixos, e apenas 6% da população apresentou baixa renda.

6. Conclusões

O presente trabalho objetivou caracterizar a população exposta a riscos a deslizamentos e inundações no município de Cunha – SP, através de aplicação de metodologia baseada na associação de dados censitários e setores de risco. Os resultados demonstraram que, do total populacional do município, aproximadamente 47% dos moradores estavam expostos aos riscos de deslizamentos e inundações.

Em uma análise prévia da vulnerabilidade da população, foram identificados os bairros do Bixiga e Motor como os mais vulneráveis, devido apresentarem maior número de mulheres, crianças e idosos. Os bairros também possuíam condições precárias de domicílio e entorno, como presença de esgotamento sanitário inadequado, lixo acumulado

nos logradouros e esgoto a céu aberto, que podem intensificar a exposição da população aos riscos ambientais.

A utilização de dados públicos provenientes do censo e do CPRM possibilitou o conhecimento de características de pessoas expostas a riscos, contribuindo com a determinação de uma análise prévia da vulnerabilidade dessa população. Entretanto, a atualização das informações a cada 10 anos apresenta-se deficiente, devido as dinâmicas populacionais e das áreas de risco, assim, seria necessário a atualização das informações em intervalos menores ou o desenvolvimento de metodologias de contagem rápida da população entre os censos.

A utilização de software SIG mostrou-se eficaz pois possibilitou a operacionalização de grande quantidade de dados e correlação com outras fontes. Entretanto, em relação a metodologia, nota-se que a homogeneização dos dados dos setores censitários em bairros pode diminuir o detalhamento da associação de informações. Além disso, quando não há sobreposição entre os setores de risco e censitários, a aplicação torna-se mais restritiva, devido principalmente a diferenças entre geometrias dos polígonos, sendo necessário a utilização de métodos que possibilitem uma maior desagregação dos dados dos setores censitários.

Por fim, o estudo mostrou-se interessante como fase inicial para o desenvolvimento de estudos que busquem analisar a vulnerabilidade das populações a desastres, contribuindo com o desenvolvimento de medidas de gestão pública e redução de riscos.

Referências Bibliográficas

ALEXANDER, D. **Natural disasters**. New York: Chapman & Hall, 1993. 633p.

ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. A. A.; BITTOUN, J.; MEDEIROS, S. M. G. M.; AMORIM JÚNIOR, W.M. **Manual de ocupação dos morros da região metropolitana de Recife**. Recife: FIDEM/ATEPE, 384 p., 2003.

ALVES, H. P. F. Metodologias de integração de dados sociodemográficos e ambientais para análise da vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas no contexto das mudanças climáticas. In: HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. (Org). **População e Mudança Climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais**. Campinas: Núcleo de Estudos de População-Nepo/Unicamp, 2009.

ANAZAWA, T. M. ; FEITOSA, F. F.; MONTEIRO, A. M. V. **Vulnerabilidade Socioecológica no Litoral Norte de São Paulo: Medidas, Superfícies e Perfis de Ativos**. Geografia, v. 38, n.1, p. 189-208, jan./abr. 2013.

ARMESTO, R.C.G., **Temas geológicos para educação ambiental, caderno IV - ação da água das chuvas no planeta Terra Parte II**, 18 p., 2012. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/cadernoIV_17_09_2012.pdf. Acesso em: 16 de ago. 2018.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: DPI/INPE, 345 p., 2001.

CARVALHO, C.S., MACEDO, E.S.; OGURA, A.T. **Mapeamento de Riscos em Encostas Margem de Rios**. Brasil. Ministério das Cidades - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 176 p., 2007.

CUTTER, S. L. (Org.). **Environmental risks and hazards**. London: Prentice-Hall, 1994.

CUTTER, S. L. **Vulnerability to environmental hazards**. Progress in Human Geography, London, v.20, n.4, p.529-539, 1996.

CUTTER, S.; BORUFF, B.J.; SHIRLEY, W.L. **Social vulnerability to environmental hazards**. Social Science Quarterly, Volume 84, Número 2, 20 p., Junho de 2003.

DIAS, M. C. A.; SAITO, S. M.; FONSECA, M. R. S. **Aplicação de dados censitários para caracterização da população exposta em áreas de risco de deslizamentos em Blumenau, Santa Catarina**. Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, n. 69/1, p.193-207, jan./fev. 2017

EAKIN, H.; LUERS, A. L. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. **Annu. Rev. Environ. Resour**, v. 31, p. 365-94, 2006.

EKLUND, L.; TELLIER, S. **Gender and international crisis responde: do we have the data, and does it matter?** Disasters. v. 36, n. 4. p. 589-608, 2012.

FUNDAÇÃO DO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – IPVS – Versão 2010**. Disponível em: http://www.seade.gov.br/indice-paulista-de-vulnerabilidadesocial-ipvs_versao2010/. Acesso em: 16 ago. 2018.

HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. **Towards an interdisciplinary conceptualization of vulnerability**. Population, Space and Place, USA, n.11, p.455-471, 2005.

HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. **Vulnerabilidade e perigos naturais nos estudos de população e ambiente**. In: HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. (Org.). Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro. Campinas: Núcleo de Estudos de População-Nepo/Unicamp, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Base de informações do censo demográfico 2010: Resultados do universo por setor censitário**. Rio de Janeiro, 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros**. COSTA, M.A.; MARGUTI, B.O. (editores). Brasília: IPEA, 2015.

ISDR (International Strategy for Disaster Reduction). **Terminology on Disaster Risk Reduction**. Genebra, Suíça, 2009. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf. Acesso em: 16 de ago. 2018.

LIU, X.; YUE, Z.Q.; THAM, L.G.; LEE, C.F. **Empirical assessment of debris flow risk on a regional scale in Yunnan Province Southwestern China**. Environmental Management. v. 30, n. 2, p. 249-264, 2002.

MARA, D.D.; FEACHEM, R.G.A. **Water and excreta-related diseases: Unitary environmental classification**. Journal of Environmental Engineering, v. 125, p. 334-339, 1999.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. **As dimensões da vulnerabilidade**. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, Fundação Seade, v.20, n.1, p.33-43, jan./mar.2006.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. **Vulnerabilidade e riscos: entre geografia e demografia**. Revista Brasileira de Estudos da População, São Paulo, v.22, n.1, p.29-53, jan./jun. 2005

MARENCO, J.A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H.S.; ZEE, D.M.W. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. Rio de Janeiro: FBDS, 2009a.

MAZURANA, D.; BENELLI, P.; WALKER, P. **How sex and age-disaggregated data and gender and generational analyses can improve humanitarian response**. Disasters. v. 37, n.1, p. 68-82, 2013.

MEDEIROS, V. S. **Análise estatística de eventos críticos de precipitação relacionados a desastres naturais em diferentes regiões do Brasil**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia e Ambiental. 207 p., 2013.

MIRANDOLA, F.A.; MACEDO, E.S. **Proposta de classificação de tecnógeno para uso no mapeamento de áreas de risco de deslizamento**. Quaternary and Environmental Geosciences. v 5, n. 1, p. 66-81, 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CUNHA. Disponível em: <http://www.cunha.sp.gov.br/>. Acesso em: 16 ago. 2018.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes, Inundações e Movimentos de Massa**: Cunha – SP, 2017. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Setorizacao-de-Riscos-Geologicos-4138.html>. Acesso em: 16 ago. 2018.

SPOSATI, A. **Mapa da exclusão/inclusão social de São Paulo**. São Paulo: Educ, 1996. 126 p.

TOBIN, G. A.; MONTZ, B. E. **Natural hazards:** explanation and integration. New York: Guilford Press, 1997.

TORRES, H. A demografia do risco ambiental. In: TORRES, H.; COSTA, H. (Org.). **População e meio ambiente:** debates e desafios. São Paulo: Editora Senac, 2000.

UNITED NATIONS, UN. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 2030**, Third United Nations World Conference on Disaster Risk Reduction Sendai, Japan, 38 p., 14-18 March 2015.