

ANÁLISE ESPACIAL EM ESTUDOS AMBIENTAIS: DIAGNÓSTICO E PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS NA PORÇÃO LESTE DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA

Rangel, E.I. (UERJ-FFP) ; Pereira, B.S.C. (UERJ-FFP) ; Silva, I.H.C. (UERJ-FFP)

RESUMO

Este trabalho aborda a importância do monitoramento analítico de áreas propensas à ocorrência de desastres naturais, como enchentes e movimentos de massa. O principal objetivo é destacar a importância de uma boa gestão das bacias hidrográficas para o controle das atividades humanas de forma a mitigar o impacto desses fenômenos na população. Como ferramenta metodológica destaca-se a utilização do Modelo Digital de Elevação (MDE) para a análise e monitoramento da área de estudo, centrada no diagnóstico do risco geomorfológico que permite uma melhor gestão territorial e uma melhor compreensão do risco iminente. O uso de geotecnologias é apresentado como uma ferramenta fundamental para identificar os pontos de ocorrência desses fenômenos naturais, explicando que não é a alta densidade populacional nessas áreas da bacia em si que causa os riscos, mas a forma como essas áreas são ocupadas e regidas pela sociedade.

PALAVRAS CHAVES

Geotecnologia; desastres naturais; bacias hidrográficas; risco; população

ABSTRACT

This work addresses the importance of analytical monitoring of areas prone to the occurrence of natural disasters, such as floods and mass movements. The main objective is to highlight the importance of good management of watersheds to control human activities in order to mitigate the impact of these phenomena on the population. As a methodological tool, the use of the Digital Elevation Model (DEM) stands out for the analysis and monitoring of the study area, centered on the diagnosis of the geomorphological risk that allows for better territorial management and a better understanding of the imminent risk. The use of geotechnologies is presented as a fundamental tool to identify the points of occurrence of these natural phenomena, explaining that it is not the high population density in these areas of the basin itself that causes the risks, but the way in which these areas are occupied and governed by the society.

INTRODUÇÃO

A Superfície terrestre comporta variados tipos de fenômenos naturais, esses por sua vez, quando afetam a população, começam a ser classificados como desastres naturais (MARCELINO, 2007). Sobre essa simples colocação, o monitoramento analítico de regiões propícias à ocorrência desses eventos é fundamental para uma melhor gestão territorial e para que a população que reside nessas regiões, possa se relacionar de forma mais harmônica, confortável e segura com o meio em que habita. Devido sua relevância, neste estudo, foi utilizado como unidade de gestão a bacia hidrográfica. Mais especificamente as bacias hidrográficas da porção leste da região hidrográfica da Baía de Guanabara. O foco do estudo é a prevenção de desastres naturais que afetam a população e o meio ambiente. A gestão inadequada da bacia pode levar a eventos extremos como enchentes e deslizamentos de terras, colocando em risco a segurança e qualidade de vida das pessoas, além de afetar diretamente a biodiversidade local. Por meio da gestão adequada da bacia hidrográfica, é possível monitorar e controlar as atividades humanas que afetam a qualidade dos recursos naturais disponíveis. Por isso, a bacia hidrográfica é considerada a principal unidade de estudo e planejamento para garantir a segurança hídrica das populações e a proteção dos ecossistemas associados. A região hidrográfica da Baía de Guanabara, por sua vez, representa um modelo de áreas onde não há nenhum monitoramento específico direcionado para gestão ou planejamento da região, essa negligência ambiental desencadeia uma série de problemáticas que vão muito além do risco de enchentes, deslizamentos ou movimentos de massa. Para identificar os pontos de incidência

desses fenômenos e auxiliar na gestão dessas áreas, a utilização de geotecnologias se apresenta como uma ferramenta fundamental. Dessa maneira, o geoprocessamento, envolvendo os sistemas de informação geográfica (SIG) e o processamento de imagens de sensoriamento remoto, entre outros, é capaz de realizar o tratamento de dados até a geração de informações georreferenciadas que auxiliam na busca de objetivos em diversos estudos (FLORENZANO, 2011). Assim sendo, sua utilização pode ajudar a desenvolver diagnósticos eficientes, soluções de baixo custo e criar alternativas inteligentes para os desafios enfrentados face às mudanças aceleradas que observamos em nosso território. (SAUSEN, 2005 apud SANTOS, COSTA e LOURENÇO. p.72, 2018). O desenvolvimento de um Modelo Digital de Elevação (MDE), por exemplo, é de suma importância para a análise e o estudo de bacias hidrográficas, haja vista, que a partir da sua produção é possível gerar mapas de relevo e determinar a delimitação das mesmas, além de auxiliar diretamente na gestão e planejamento dos recursos hídricos, o que por sua vez, permite um maior entendimento de áreas que precisam de maior atenção em sua conservação e preservação ambiental, bem como para a prevenção contra enchentes e deslizamentos de terra. Hoje em dia existem várias formas de se obter os dados altimétricos, os quais são caracterizados em níveis globais como o produto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) e nacionais como o produto do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). No presente trabalho foram utilizados os dados disponibilizados pelo IBGE (2015), com intuito de preparar um MDE da porção leste da região hidrográfica da Baía Guanabara. A partir da modelagem do relevo e da espacialização da densidade demográfica foi feita uma análise com o intuito de diagnosticar as áreas de risco para indicação de locais com necessidade de mais atenção em relação aos desastres. Compreender a distribuição espacial desses fenômenos ajuda a entender a interação meio natural-homem e conseqüentemente a mitigação de seus impactos.

MATERIAL E MÉTODOS

2. Área de estudo A área de estudo é definida pela porção leste da região hidrográfica da Baía Guanabara (figura 1), concentrada no Rio de Janeiro que engloba os municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Itaboraí, Niterói, Rio Bonito, São Gonçalo e Tanguá, além de abranger as seguintes bacias hidrográficas: 1. Rios Mutondo e Imboaçú; 2. Rios Guaxindiba/Alcântara; 3. Rio Caceribu; 4. Rio Guapi/Macacu; 5. Rio Roncador, também denominado Santo Aleixo; 6. Rio Iriri; 7. Rio Suruí; 8. E ainda, áreas drenantes para a Baía de Guanabara a nordeste, leste e sudeste. (Figura 1)

3. MATERIAIS E MÉTODOS A metodologia utilizada para a produção deste trabalho consiste na análise espacial em ambiente SIG integrando dados geomorfológicos (MDE produzido a partir de dados do IBGE) e densidade demográfica (censo 2010) para identificação de áreas de risco a desastres naturais (inundações e movimentos de massa) na porção leste da região hidrográfica da Baía Guanabara. Com o intuito de validar a análise foram utilizadas informações do portal GEOINEA - Instituto estadual do ambiente, para obtenção de dados relativos às questões hídricas; o DRM-RJ - departamento de recursos minerais, para pontuar os riscos potenciais e iminentes a escorregamentos em encostas.

3.1 Dados geomorfológicos Para a preparação do MDE foram utilizadas as folhas altimétricas disponibilizadas de forma gratuita pelo IBGE como parte do projeto RJ-25, de escala 1:25.000 e resolução 20x20m por pixel. Os arquivos apresentaram algumas falhas que foram corrigidas por ferramentas presentes no software ArcGIS 10.8. Apesar das imperfeições, se mostrou um dado confiável e mais preciso para a representação do trabalho, o que por fim auxiliou em uma maior qualidade na formação do MDE.

3.2 Densidade demográfica Para construir a representação referente a densidade demográfica, foram coletadas informações populacionais na base de dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). O Sidra é um banco de dados com tabelas estatísticas e tem como objetivo armazenar e disponibilizar dados de pesquisas realizadas pelo instituto brasileiro de geografia e estatística. Utilizou-se a tabela 1378 do censo 2010 com informações de população residente por domicílio. Em seguida, esses dados não gráficos foram unidos aos dados gráficos (shapefile de setor censitário do Estado do rio de Janeiro) através da ferramenta Join no software ArcGIS. A partir das informações da tabela de atributos foi possível calcular a densidade demográfica (número de habitantes dividido por área). Assim foi possível produzir a representação temática de síntese.

3.3 Dados de inundação e risco iminente de deslizamento Para validar a análise foram utilizados dados do GEOINEA - Instituto estadual do ambiente, para obtenção de dados relativos às questões hídricas (2012) e do DRM- RJ - departamento de recursos minerais, para pontuar os riscos potenciais e iminentes a

escorregamentos em encostas (2014). Pontos de deslizamento referem-se a áreas onde há uma grande probabilidade de deslizamentos de terra devido a fatores como a topografia, a geologia e as condições climáticas da região. Essas áreas são consideradas perigosas para atividades de mineração, pois os deslizamentos podem causar danos significativos às infraestruturas e equipamentos, além de representarem um risco para a segurança dos trabalhadores. Já os pontos de inundação são áreas propensas a inundações, seja por cheias de rios, por aumento do nível do mar ou por chuvas intensas. Essas áreas também são consideradas perigosas para a mineração, pois as inundações podem afetar a produção, a segurança dos trabalhadores e causar danos às infraestruturas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES O MDE e a densidade demográfica desenvolvidos para a porção leste da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara são mostrados na Figura 2, bem como sua delimitação e os municípios próximos a ele. O mapa da esquerda (figura 2) é referente a produção do MDE, a qual mostra a hipsometria do local, ou seja, informa os lugares onde tem maior e menor altitude. Esse mapa ajuda a ter uma noção de áreas que possuem picos altimétricos extremos como Cachoeiras de Macacu e Guapimirim e regiões onde a altimetria é mais amena como São Gonçalo e Itaboraí, contribuindo para um melhor entendimento da atuação do relevo nessas áreas. Já o mapa da direita (figura 2), é relativo à densidade demográfica da região, indo de locais que possuem maior concentração de pessoas até lugares que apresentam quase nenhum dado demográfico, a qual respectivamente pode-se destacar, São Gonçalo e Cachoeiras de Macacu. Vale frisar que ao correlacionar os dois produtos citados, há um enriquecimento na análise, permitindo uma visão mais ampla dos desafios e oportunidades em uma determinada área. A partir da avaliação dos mapas, pode-se observar que as áreas com maior densidade demográfica estão localizadas em regiões de menor altitude, o que as torna mais propícias para a moradia, enquanto áreas que apresentam maior grau hipsométrico, não tem nenhum ou quase nenhum registro de presença humana no local. A análise conjunta entre os dados se mostrou de grande confiança, além de apresentar uma enorme utilidade. Haja vista, que permitiu uma observação breve de áreas que necessitam de maior atenção dentro da porção leste da região hidrográfica da Baía de Guanabara (Figura 1). Nesse meio, a utilização de geotecnologias se apresenta como uma ferramenta fundamental para a realização de análises espaciais que permitam identificar os pontos de incidência desses fenômenos e, conseqüentemente, auxiliar na gestão dessas áreas. Com intuito de validação da análise foi elaborado um mapa com os pontos de inundações e deslizamentos sobre a população que reside sobre essa área (Figura 3). Com base na figura 3, é possível afirmar que regiões com alta densidade demográfica e de baixas altitudes, como é o caso do município de São Gonçalo, estão mais suscetíveis a desastres naturais. No entanto, é importante destacar que não é a densidade demográfica em si que causa os riscos naturais, mas sim a forma como as áreas são utilizadas e ocupadas. Portanto, é fundamental que o planejamento urbano leve em conta fatores como a topografia do terreno e a capacidade de absorção de água do solo para evitar a ocupação de áreas de risco e garantir a segurança da população. Sempre ratificando que a geomorfologia é uma ferramenta importante para a redução de desastres naturais e pode ser considerada uma ciência de alta complexidade em virtude das diferentes abordagens possíveis, assim como pela grande variedade de escalas de mapeamento (SILVA, 2009). Ainda nesse contexto, vale salientar os municípios de Guapimirim, Cachoeiras de Macacu e Rio Bonito. Estes como é perceptível na figura 3 apresentam em algumas partes de sua extensão, áreas com grandes riscos de inundações e deslizamentos. Assim é novamente possível relacionar com a alta densidade demográfica, qualificando ainda mais o potencial do desenvolvimento dos dados apresentados. É de extrema importância evidenciar que com o estudo geomorfológico dessa região atrelado a uma boa gestão, auxiliam na prevenção de desastres naturais que ocorrem por essas localidades. Embora os desastres naturais em si possam ser considerados fenômenos naturais, a maneira como eles afetam as populações locais e as conseqüências que resultam disso são fortemente influenciadas pela presença e atividades humanas, logo se apresentam riscos para a população podem ser considerados desastres naturais. Castro (1999) caracteriza três tipos de desastres: os naturais, que são aqueles provocados por fenômenos naturais extremos, que independem da ação humana; os humanos, que são aqueles causados pela ação ou omissão humana, como os acidentes de trânsito e

a contaminação de rios por produtos químicos; e os desastres mistos associados às ações ou omissões humanas, que contribuem para intensificar, complicar ou agravar os desastres naturais. Portanto, é importante reconhecer essa conexão e trabalhar para reduzir o impacto desses eventos por meio de medidas preventivas, de adaptação e de gestão de risco adequadas. Barros (2006) afirma que os MDEs representam a superfície do terreno acrescida de quaisquer objetos existentes sobre ela, o que influencia no valor da reflectância do pixel. Ou seja, se existirem árvores e construções, a superfície representada refere-se ao topo delas. Para futuros estudos mais específicos e aprofundados da região, serão produzidos MDTs (Modelos Digitais de Terreno) em algumas bacias mais críticas. O MDT é mais indicado para análises morfométricas de bacias hidrográficas, pois apresenta a superfície real do terreno. No entanto, devido à dificuldade de disponibilidade do MDT, alguns estudos ainda utilizam o MDE como fonte principal. Atualmente, levando em consideração a situação de perigo presente no município de São Gonçalo, há um estudo em andamento que utiliza como modelo a bacia do rio Marimbondo, localizada no bairro do Gradim - SG. Neste contexto foi desenvolvido um MDT próprio a partir de curvas de nível e rede de drenagem da bacia hidrográfica, disponibilizados pelo Instituto Pereira Passos (IPP) na escala de 1:5.000. O resultado inicial do MDT é positivo, pois permite uma amostra mais detalhada da região, o que possibilita um estudo morfométrico mais preciso, resultando em áreas mais bem representadas. O que proporciona um diagnóstico mais preciso e assim mais formas de prevenção a futuros desastres.

Figura 01

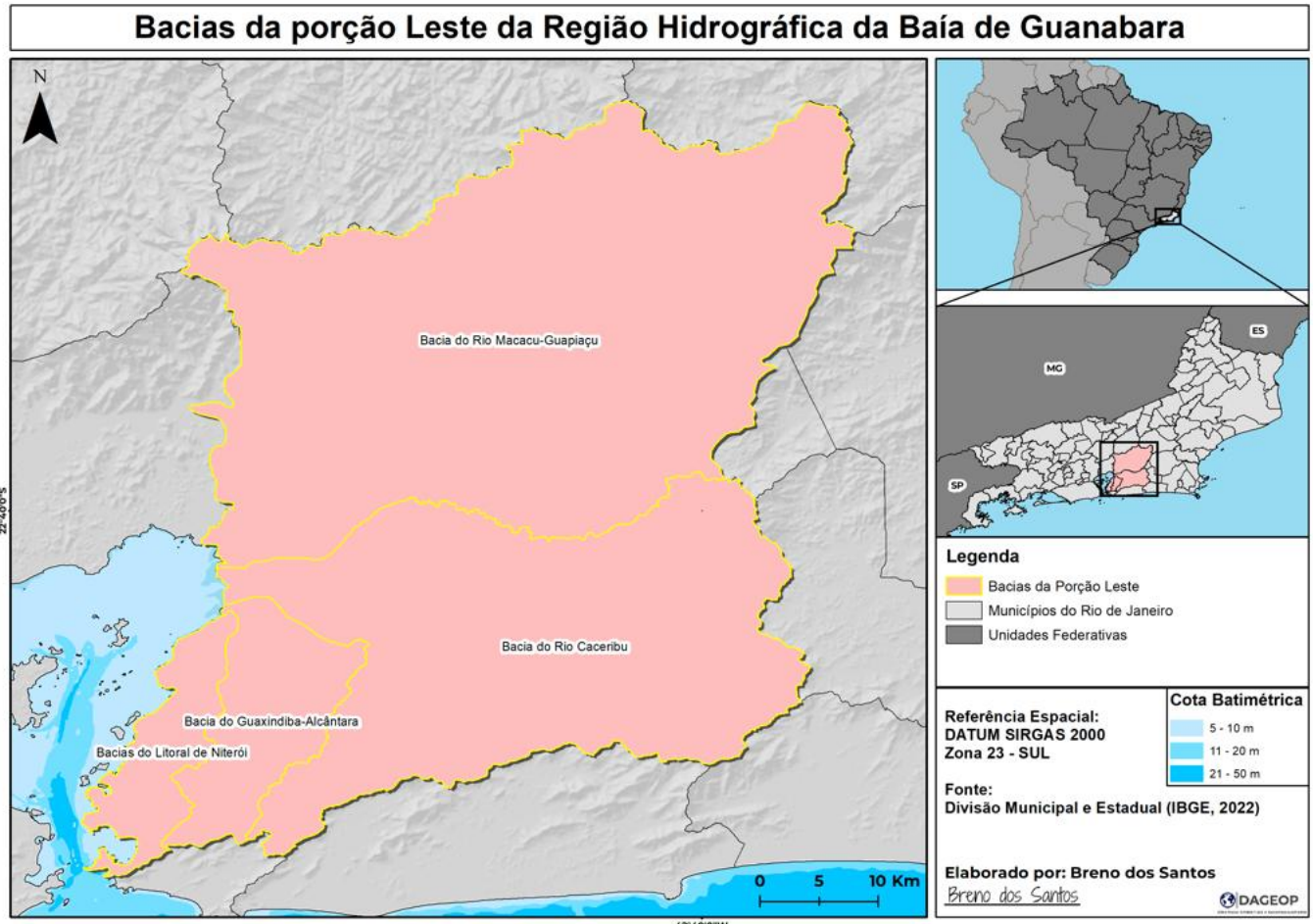


Figura 1: Mapa de localização da porção leste da região hidrográfica da Baía Guanabara

Figura 02

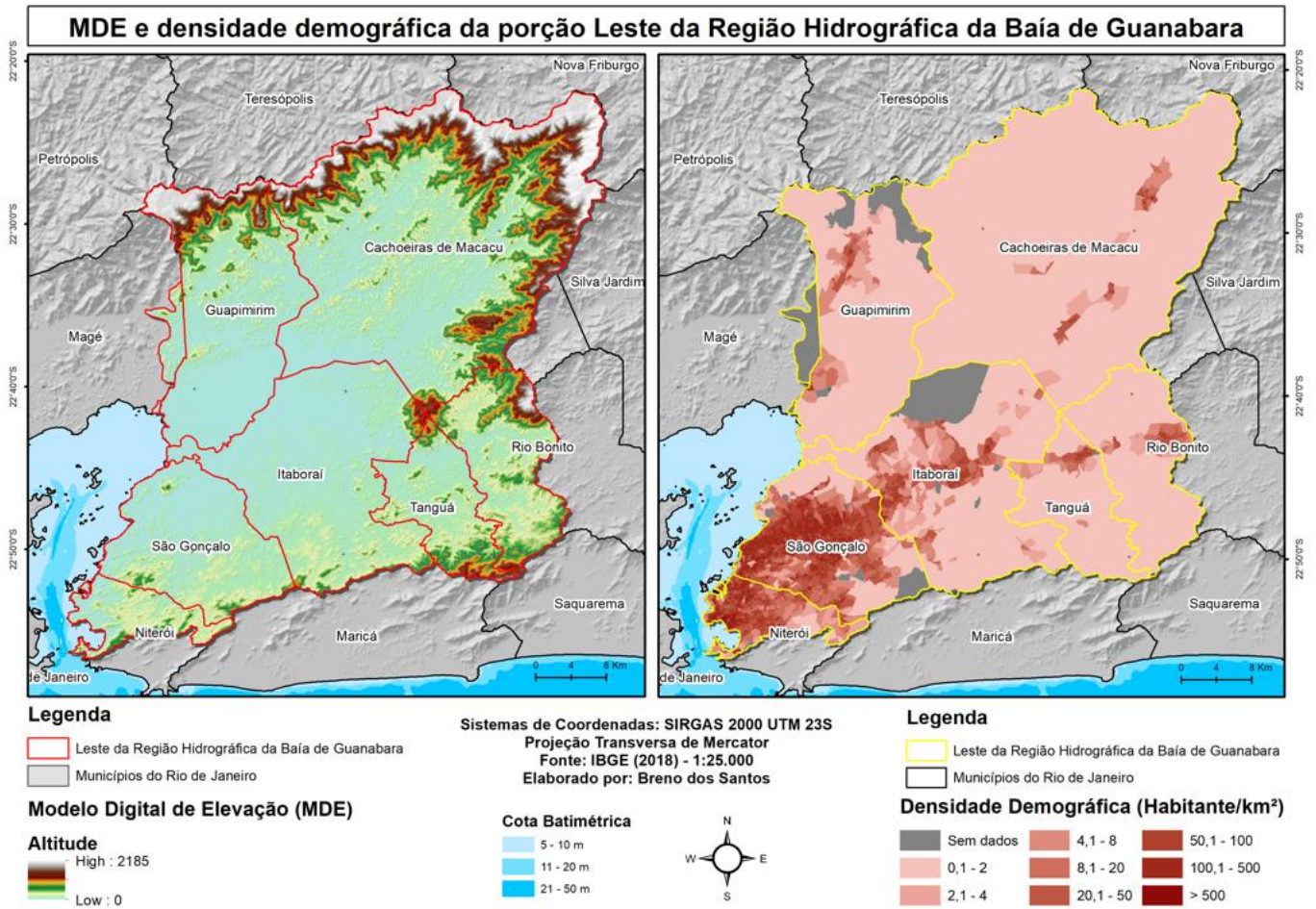


Figura 2: Modelo Digital de Elevação e a densidade demográfica da porção leste da região hidrográfica da Baía Guanabara.

Figura 03

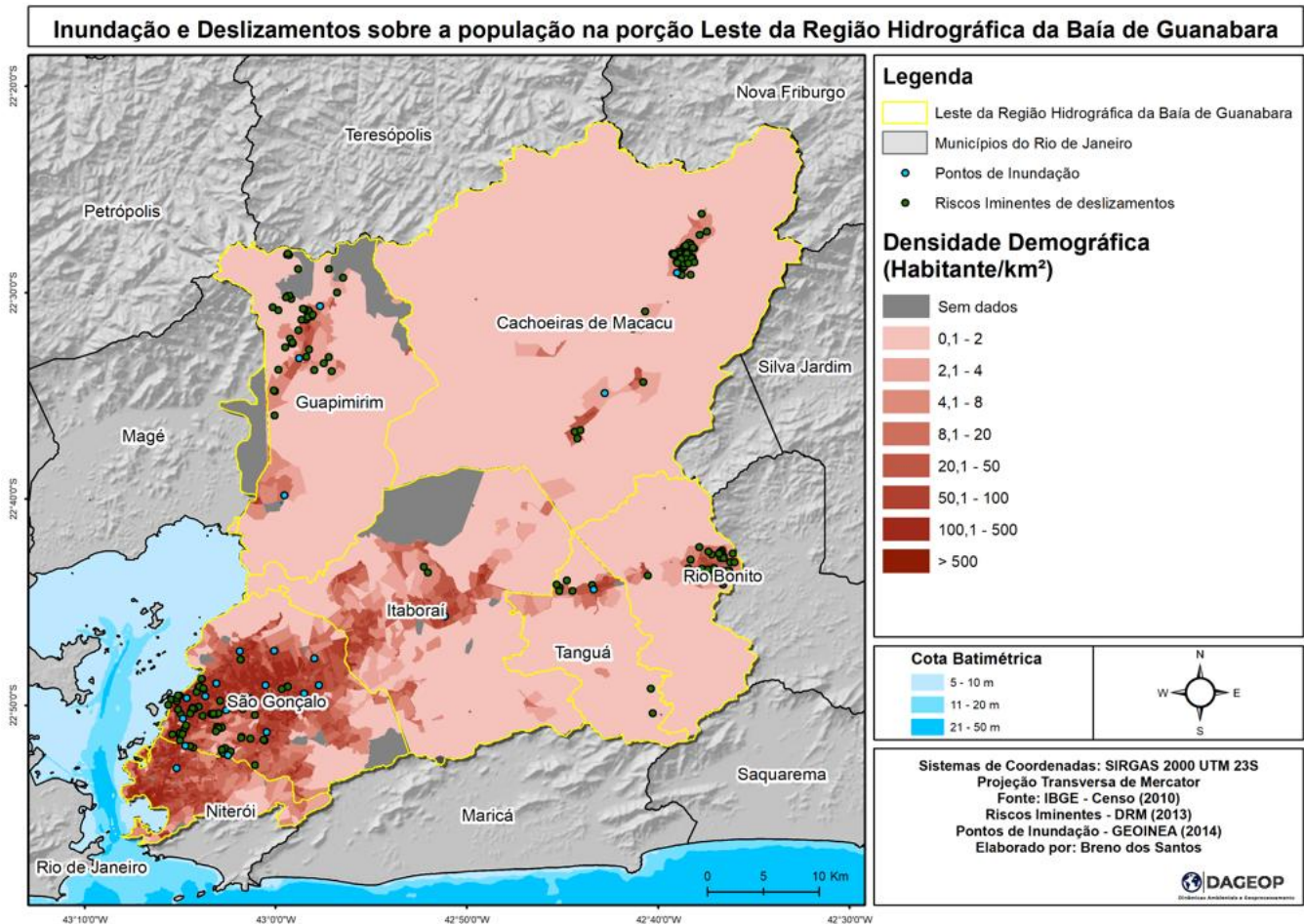


Figura 3: Densidade demográfica, pontos de inundação e riscos de deslizamentos da porção leste da região hidrográfica da Baía Guanabara.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise espacial é fundamental para os estudos geomorfológicos, pois permite entender a distribuição e a interação dos agentes naturais que moldam a superfície da Terra. Através dela, é possível compreender as relações entre os elementos da paisagem, como relevo, hidrologia, vegetação e solos, e compreender como esses fatores afetam a dinâmica do meio. Para tanto, foram realizados mapas de densidade demográfica, MDE e pontos de inundações e deslizamentos de terras, que ajudam a entender a dinâmica do espaço estudado. Uma análise conjunta entre esses dados, permitiu uma melhor compreensão de quais áreas são mais suscetíveis a ocorrências de desastres naturais. A partir disso, na área de estudo, se mostra necessário a criação de políticas públicas e desenvolvimento de mecanismos que promovam precauções que visam evitar futuros acidentes. Sobre isso, compreende-se que é de extrema importância o acompanhamento da porção leste da região hidrográfica da Baía de Guanabara através da utilização de geotecnologias que possibilitem entender os eventos que ocorrem em toda a sua extensão. Por fim, percebe-se que áreas mais densamente povoadas estão em locais com menor valor altimétrico, tornando-as mais propensas à moradia. No entanto, as regiões mais populosas também se mostraram ser o foco de pontos de inundações e deslizamentos de terra, sendo fundamental um bom planejamento de gestão nesses locais para evitar futuros desastres naturais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Cetreina (UERJ) pelo apoio através de bolsas de articulação acadêmico profissional (prodocência) para o financiamento do projeto de pesquisa e extensão e a Faperj pelo

auxílio básico à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BARROS, R.S. Avaliação da Altimetria de Modelos Digitais de Elevação Obtidos a Partir de Sensores Orbitais. Tese de Doutorado em Geografia IGEO - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

CASTRO, A. L. C. Manual de planejamento em defesa civil. Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Departamento de Defesa Civil, 1999. 133 p.

COSTA, L. M, FERNANDES FILHO, E. I, VIEIRA, B. C & SOUZA, R. A. (2013). Uso de modelos digitais de elevação para análise topográfica em microbacias hidrográficas. Irriga, 18(2), 259-269.

DA FONSECA, E. M.; POMPERMAYER, M. de A.; GLORIZA, P.; DELGADO, J. de F.; LIMA, L. da S.; AZEVEDO, A.; CORRÊA, T. R. Visão geral dos impactos ambientais na Baía de Guanabara. In: DA FONSECA, E. M. Baía de Guanabara: um ambiente em transformação / Estefan Monteiro da Fonseca, José Antônio Baptista Neto e Fabiana Cunha Leão Pompermayer (organizadores) - Rio de Janeiro: Ape'Ku, 2021. p. 361 - 385.

ELABORAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO; R3-A - TEMAS TÉCNICOS ESTRATÉGICOS; RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos, VOL 1. Elaboração: Fundação COPPETEC. Secretaria de Estado do Ambiente - SEA Instituto Estadual do Ambiente - INEA, 2014.

FLORENZANO, T.G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. 3ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128p

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em https://geoftp.ibge.gov.br/modelos_digitais_de_superficie/modelo_digital_de_elevacao_mde/rj25/informacoes_tecnicas/Metadados_MDE_RJ25.pdf acesso em 9 de fevereiro de 2023.

MIRANDA, E. E. de. (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento.

MARCELINO, E. V. Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos. INPE, Santa Maria, 2007.

SANTOS, C.; COSTA, E.; LOURENÇO, R. Gestão da cadeia de suprimentos: Conceitos, estratégias, práticas e casos. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2018. p.72.

SILVA, T.M. "Geomorfologia do estado do Rio de Janeiro: distribuição espacial das feições morfológicas e contexto evolutivo". In: Ana Maria S. M. Bicalho; Paulo César da Costa Gomes. (Org.). Questões Metodológicas e Novas Temáticas na Pesquisa Geográfica. 1ed. Capítulo 12, Rio de Janeiro, Publit, 2009.