OBTENÇÃO DE DADOS DE LIVRE ACESSO PARA ANÁLISE DA PAISAGEM E AVALIAÇÃO DE RISCO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA SEGURANÇA HÍDRICA: ESTUDO DE CASO EM NOVA FRIBURGO, RJ

Claudia Moster [1] ; Monique Muniz M. Dias [2]; Jorge E. León Sarmiento[3]; Ana Paula Dias Turetta [4]

Abstract: Nova Friburgo is a municipality in Rio de Janeiro (Brazil) that presents several problems in relation to environmental disasters. In this context, this work contributed to solutions for sustainable urban development, based on data collection on official and free access platforms, aiming to analyze the potential for generating geospatial information for assessing the risk of climate change in relation to the water security in river basins. As a result, the data scale available must be indicated at the level of macro-planning. The municipal level analyses need data with smaller scales to subsidize the actions of planning and prevention. The importance of the participation of municipal and state public agencies is highlighted, in the production of these results for integrated analyzes of the landscape and the risks to environmental disasters, the land use and occupation planning, aiming at water and food security.

Resumo: O município de Nova Friburgo, historicamente, enfrenta diversos problemas em relação a desastres ambientais. Diante desse contexto, esse trabalho contribuiu na busca de soluções para um desenvolvimento urbano sustentável, a partir do levantamento de dados em plataformas oficiais e de acesso livre, visando analisar o potencial de geração de informações geoespacializadas para avaliação do risco das mudanças climáticas em relação à segurança hídrica em bacias hidrográficas. A escala dos dados é mais indicada a nível de macroplanejamento, ou seja, seria importante dados com escalas menores para subsidiar estudos a nível municipal. Com isso, ressalta-se a importância da participação de órgãos públicos municipais e estaduais, em fomentar a produção desses resultados para análises integradas da paisagem, dos riscos a desastres ambientais, do planejamento de uso e ocupação do solo, visando a segurança hídrica e alimentar.

Palavras-Chave – Desastres; Cidades; Água.

1) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil, e-mail: claudiamoster@ufrrj.br
2) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil, e-mail: florestal.moniquemuniz@gmail.com
3) Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba, SP, Brasil, e-mail: jorge.leon@usp.br
4) Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Solos. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, e-mail: ana.turetta@embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

A dificuldade em conciliar a gestão dos recursos hídricos e o desenvolvimento econômico, vem desencadeando maior frequência e intensidade de desastres naturais, afetando a qualidade e quantidade de água disponível (Colombo, 2017). As mudanças climáticas aumentam ainda mais as incertezas em relação a gestão dos recursos hídricos, devido à recorrência dos eventos hidrológicos extremos (Johnsson *et al*., 2018). Dessa forma, a segurança hídrica apresenta papel fundamental na gestão de risco relacionado a esses eventos (Tucci; Chagas, 2017).

Na busca de avaliar e mitigar os impactos das mudanças climáticas na segurança hídrica, faz-se essencial o entendimento do papel multifuncional da paisagem. Cada parte do território oferece diferentes serviços ecossistêmicos, seja para o fornecimento de bens, regulação ambiental, serviços culturais ou até de suporte a outros processos ambientais (Silva *et al*., 2022). As diferentes funções da paisagem e o correspondente uso do solo, devem ser avaliados, visando auxiliar a tomada de decisão para a ocupação da paisagem de maneira adequada. Calderano Filho *et al*. (2018) destacam a importância da análise do potencial aos riscos ambientais nas paisagens como subsídio ao planejamento ambiental e a ocupação do espaço com segurança.

O município de Nova Friburgo, historicamente, enfrenta diversos problemas em relação a movimentação de massa e inundações recorrentes, que são agravados pela falta de ações e políticas públicas que previnam esses desastres (Nunes; Freitas, 2018). Isso ocorre, principalmente, devido a ocupação desordenada à margem dos rios e em encostas declivosas, alterando a paisagem e aumentando a suscetibilidade a esses eventos (Vasconcellos, 2011), além das características geoambientais da região (Calderano Filho *et al*., 2018). Diante desse contexto, esse trabalho contribuiu na busca de soluções para um desenvolvimento urbano sustentável, que vise a segurança hídrica, considerando os diferentes aspectos da paisagem.

Como área de estudo, foi escolhida a bacia hidrográfica do Córrego D'Antas, caracterizada pela expansão urbana (Vasconcellos, 2011), e uma das bacias mais atingidas pelo desastre ocorrido em 2011 na região serrana do Rio de Janeiro, com elevado número de inundações e deslizamentos (Nunes; Freitas, 2018; Pinho *et al*., 2013). Também foi realizado o estudo na bacia do Rio Grande, que é um dos principais afluentes da margem direita do rio Paraíba do Sul, sendo responsável pelo abastecimento de várias cidades do centro-norte fluminense.

Esse trabalho integra o Projeto Cidades Sustentáveis (CNPq 441595/2020-5), coordenado pela Embrapa Solos, apoiado pelo CNPq/MCTIC Nº 23/2020 – Pesquisa e Desenvolvimento em Sustentabilidade Urbana e Regional. Tem como eixo central o estudo de paisagens funcionais em tempo de mudanças climáticas, visando a co-criação de soluções para o desenvolvimento urbano sustentável em regiões serranas na Mata Atlântica.

Assim, o objetivo do estudo foi, a partir do levantamento de dados em plataformas oficiais e os dados de acesso livre, analisar o potencial de geração de informações geoespacializadas para avaliação do risco das mudanças climáticas em relação à segurança hídrica em bacias hidrográficas.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

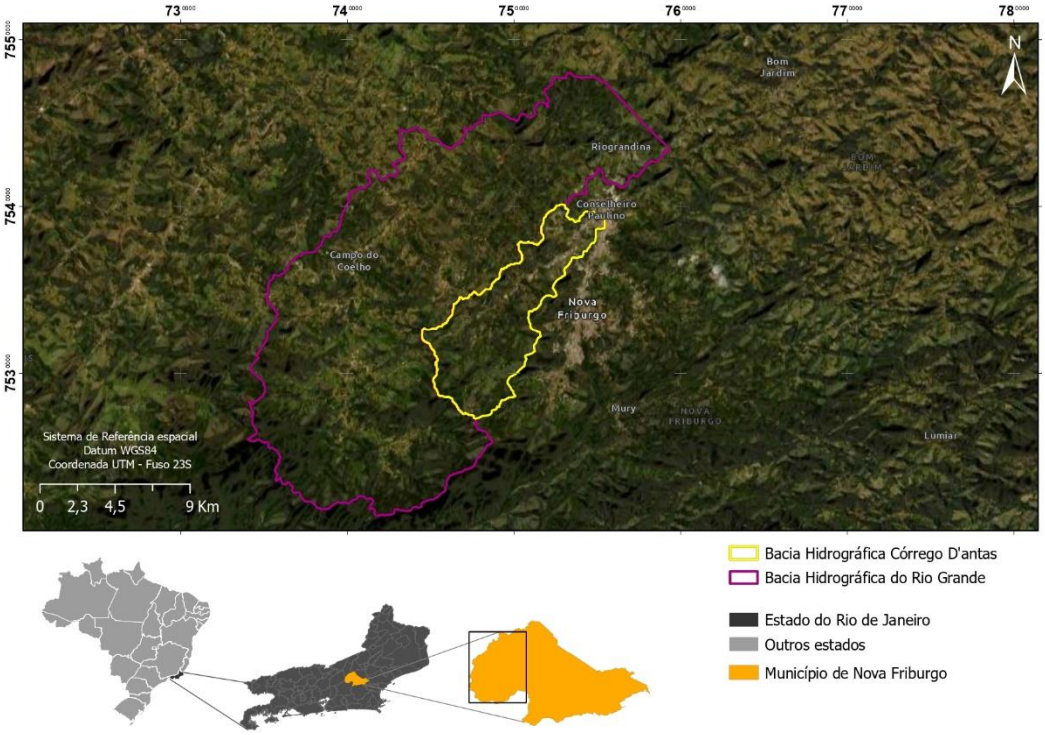
O município de Nova Friburgo, onde se situa a área de estudo, localiza-se na região serrana do estado do Rio de Janeiro, compondo a Serra do Mar. É marcado pela presença de cadeias montanhosas e relevo escarpado, com altitude variando de 900m a 1300m (Pinho *et al*., 2013).

As bacias hidrográficas, que compuseram a área de estudo, foram delimitadas no software ArcGis 10.6, a partir das ferramentas de hidrologia. Utilizou-se como dado de entrada o modelo digital de elevação (MDE) do terreno, com resolução de 12,5m, do ano de 2011, disponibilizado pelo

satélite ALOS (The Advanced Land Observing Satellite) e pelo instrumento PALSAR (The Phased Array L-band SAR), lançado em janeiro de 2006 pela Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial.

A bacia hidrográfica do Córrego Dantas (Figura 1), com aproximadamente 53 km², é adjacente à bacia do Rio Bengalas, no centro da cidade de Nova Friburgo. A porção da bacia do Rio Grande (Figura 1), que está inserida no município de Nova Friburgo, tem aproximadamente 290 km². A sua nascente está situada no Parque Estadual dos Três Picos e desemboca no rio Paraíba do Sul, já no município de São Fidélis.

Figura 1 – Localização das Bacias Hidrográficas Córrego Dantas e Rio Grande, Nova Friburgo.



Fonte: elaborado pelos autores (2022).

2.2 Levantamento de dados

Para análise espacial e caracterização da paisagem foram obtidos mapas com informações espaciais que subsidiassem as análises, a partir de plataformas digitais de dados oficiais e de livre acesso.

Foi analisado a classificação do uso do solo, modelos digitais de superfície, com informações de altitude, áreas prioritárias para restauração florestal, indicadores de conectividade florestal, suscetibilidade a processos erosivos, potencialidade ambiental para restauração florestal em mananciais e o índice de fragilidade ecológica. A Figura 2 apresenta o fluxograma de obtenção dos dados utilizados para caracterização da paisagem.

Para avaliação de suscetibilidade a desastres ambientais relevantes para a área de estudo, foi utilizado o trabalho apresentado por Vaz (2015) para o estado do Rio de Janeiro, que classifica ameaças naturais e ameaças climáticas. O município de Nova Friburgo apresentou como ameaças naturais aquelas relacionadas a deslizamentos, inundações, enxurradas, alagamentos e incêndios florestais. Enquanto às ameaças climáticas, caracterizou-se como risco severo a incêndios e baixo

risco a estiagem, considerados neste estudo como fatores relacionadas às mudanças climáticas (eventos extremos).

Assim, foi possível o mapeamento de áreas de suscetibilidade a desastres ambientais, como inundações, enxurradas, corrida e movimento de massa, além dos focos de incêndios. Na Figura 3 observa-se o fluxograma da definição de áreas suscetíveis a desastres ambientais considerado para o estudo.

Os resultados obtidos foram apresentados durante encontro realizado para interação com representantes da comunidade e tomadores de decisão da área de estudo, em junho de 2022, na cidade de Nova Friburgo (RJ). Dessa forma, a percepção acerca da acuracidade das informações, bem como as sugestões para incorporação ao estudo, foram consideradas para a discussão dos resultados.

Figura 2 – Fluxograma da caracterização da paisagem, com a indicação da plataforma utilizada como fonte de dados, e as variáveis disponíveis para o estudo.

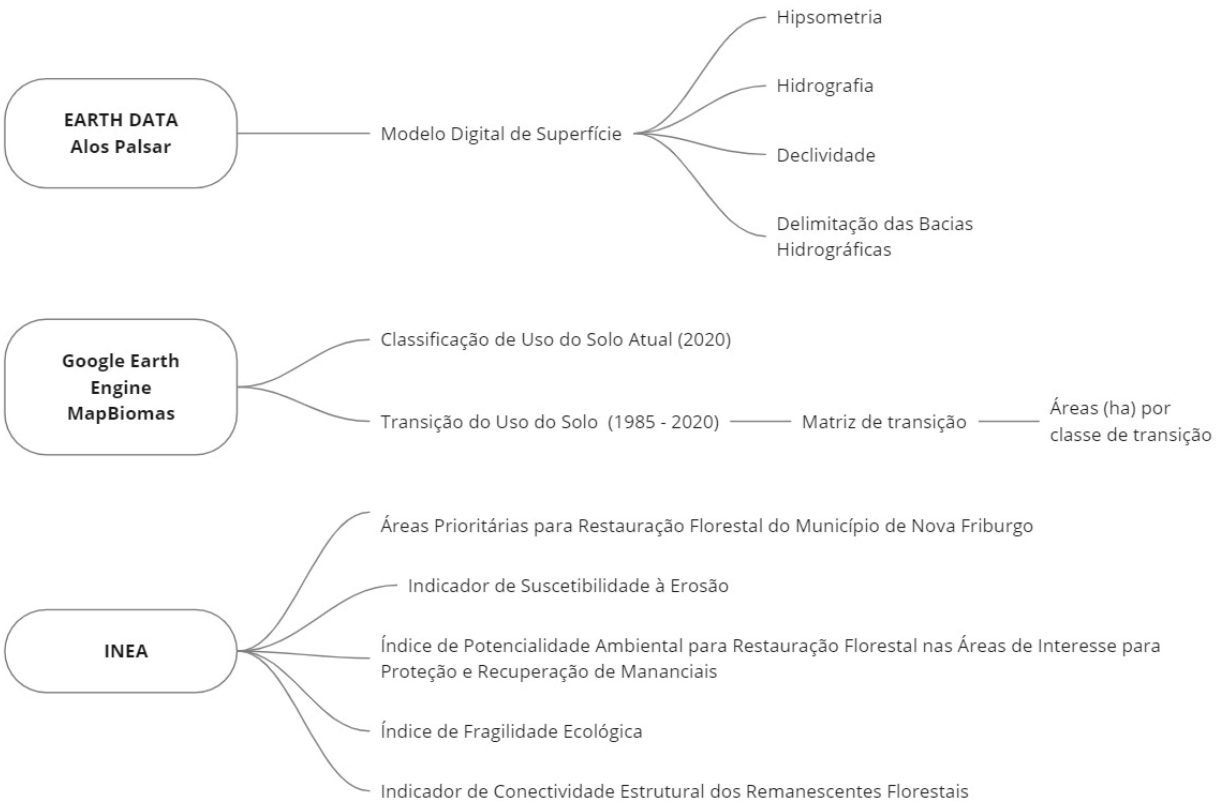
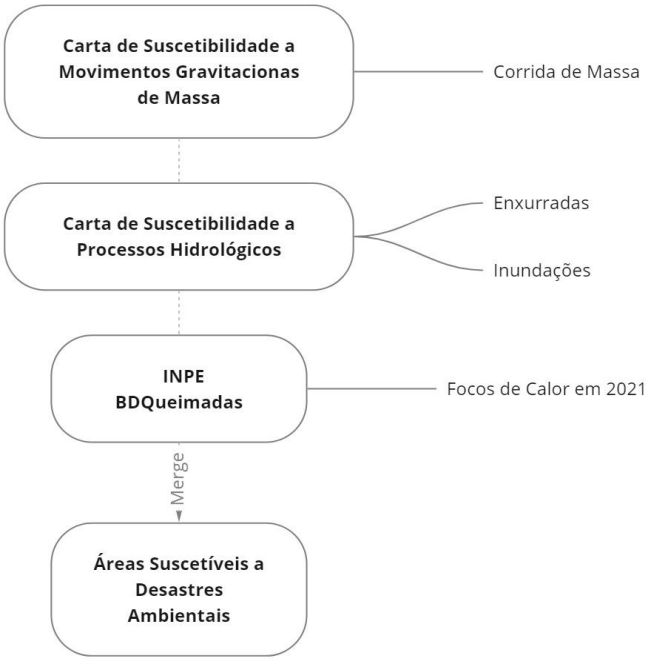


Figura 3 – Fluxograma para a obtenção e processamento dos dados para elaboração do mapa de suscetibilidade a desastres ambientais.



3. RESULTADOS

Para a classificação do uso e cobertura do solo, utilizou-se a Coleção 6 da plataforma MapBiomas, que contempla dados de 1985 a 2020, gerados a partir de imagens LANDSAT 8 e resolução espacial de 30 metros. A plataforma de livre acesso Google Earth Engine (GEE) foi a ferramenta para a aquisição das imagens.

O mapa com as Áreas Prioritárias para Restauração Florestal do Município de Nova Friburgo, disponibilizado pelo INEA, datado de 2019, na escala 1:100.000, foram elaborados a partir da revisão dos mapas de Uso do Solo e Cobertura Florestal do Estado do Rio de Janeiro para o ano de 2015. Dessa base, foram selecionadas as áreas com sobreposição às feições erosivas e paredões rochosos, identificados nas Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações do Rio de Janeiro, elaborado por CPRM no ano 2015.

O Indicador de Suscetibilidade à Erosão, elaborado pelo INEA, para o estado do Rio de Janeiro, em 2017, na escala 1:100.000, considerou o Uso e Cobertura do Solo (INEA, 2013, 1:100.000) e o mapa Geoambiental (CPRM, 2013, na escala 1:50.000), hierarquizados de acordo com a propensão aos processos erosivos. A classe muito alta corresponde às unidades geoambientais das escarpas serranas e maciços costeiros, com alta suscetibilidade à erosão, deslizamento e queda de blocos. As classes de uso “solo exposto” e “pastagem”, foram consideradas como as mais suscetíveis aos processos erosivos, e a classe “vegetação nativa” com a menor suscetibilidade. O indicador busca promover maior proteção dos mananciais por meio da identificação de áreas prioritárias para restauração florestal que possam, com cobertura florestal, levar à diminuição da erosão e, consequentemente, do risco de assoreamento dos cursos d'água.

O Índice de Potencialidade Ambiental para Restauração Florestal nas Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais, foi elaborado pelo INEA, para o estado do Rio de Janeiro, em 2017, na escala 1:100.000. A partir dos dados de Subíndice de Favorabilidade Físico-Climática

para Oferta Hídrica, Subíndice de Potencialidade para Regeneração Natural da Vegetação e Subíndice de Manutenção da Biodiversidade e dos Processos Ecológicos, é possível verificar as áreas de maior potencialidade para provisão de serviços ecossistêmicos relacionados à disponibilidade de água e áreas com maior relevância para restauração, manutenção do fluxo gênico dos habitats e a conservação da biodiversidade, a médio e longo prazo.

O Índice de Fragilidade Ecológica, gerado pelo INEA para o estado do Rio de Janeiro, em 2009, na escala 1:100.000, a partir da integração entre aspectos considerados instáveis para o meio físico, constantes nos mapeamentos geológicos e geomorfológicos. O mapa objetiva qualificar as regiões hidrográficas em relação ao grau de estabilidade física, tendo em vista a possibilidade de diagnosticar grandes aglomerados urbanos em áreas de risco.

O Indicador de Conectividade Estrutural dos Remanescentes Florestais, também elaborado pelo INEA, para o estado do Rio de Janeiro, em 2016, na escala 1:25.000, a partir da álgebra de mapas, com o somatório do Tamanho Efetivo da Malha, Índice de Forma e Distância Euclidiana Média, dos remanescentes florestais. Define a conectividade estrutural dos remanescentes florestais e o grau em que uma dada porção territorial facilita ou restringe os fluxos de matéria e energia entre os fragmentos florestais.

Em relação aos dados de suscetibilidade a desastres ambientais, o banco de dados do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), disponibiliza cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e a processos hidrológicos, como inundações e enxurradas, na escala de 1:25.000.

Os focos de incêndios foram obtidos no banco de dados de queimadas do INPE, que permitiu análises espaciais e temporais de focos de queimadas e incêndios florestais detectados em imagens de satélites. Para esse estudo foram importados os dados do satélite de referência AQUA, sensor MODIS, para o ano de 2021, por meio da plataforma BDQueimadas.

Tabela 1 – Relação dos dados utilizados, indicação da fonte, limitações consideradas para o estudo e o endereço de acesso à plataforma.

Arquivo	Tipo	Descrição	Fonte	Limitações	Endereço de acesso
Modelo Digital de Elevação (MDE)	.tif	Resolução 12.5m (2011)	Alos Palsar		https://search.asf.alaska.edu/#/?dataset=ALOS&zoom=5.935&center=-43.113,-24.116
Uso e cobertura do solo (Mapbiomas-c6-'Ano')	.tif	Resolução 30m	MapBiomas - Google Earth Engine		https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/mapbiomas/user-toolkit
Transição de uso do solo	.tif	Resolução 30m	MapBiomas - Google		https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/mapbiomas/user-toolkit

Arquivo	Tipo	Descrição	Fonte	Limitações	Endereço de acesso
			Earth Engine		
Áreas Prioritárias para Restauração Florestal	.shp	Escala 1:100000 (2019)	INEA	Escala não adequada para análise	https://metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/dd5299b1-ef3d-4f26-b914-76f12dbb9fc9
Indicador de Suscetibilidade à Erosão	.shp	Escala 1:100000 (2017)	INEA	Escala não adequada para análise e sem atualização	https://metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/fe671de4-3797-48c4-a9ad-764e45ad06d6
Índice de Potencialidade Ambiental	.shp	Escala 1:100000 (2017)	INEA	Escala não adequada para análise e sem atualização	https://metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/25031258-747b-429e-937a-4a514d4a5e8e
Índice de Fragilidade Ecológica	.shp	Escala 1:100000 (2009)	INEA	Escala não adequada para análise e sem atualização	https://metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search;jsessionid=806F69FEE017C1A491692898246B9B41#/metadata/97a0e4b9-f23c-4564-ba97-fd29838b54cd
Indicador de Conectividade dos Remanescentes Florestais	.shp	1:2500000 (2017)	INEA	Escala não adequada para análise e sem atualização	https://metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/bb1f7769-7410-455b-9156-6f2033c330be

Arquivo	Tipo	Descrição	Fonte	Limitações	Endereço de acesso
Movimento de Massa	.shp	Escala 1:25.000. (2019)	CPRM	Escala não adequada para análise e sem atualização. O ideal seria na escala 1:5.000.	https://inea.maps.arcgis.com/home/item.html?id=f1c9ba1aaf784270bc2886ec9bd60d15
Corrida de Massa	.shp	Escala 1:25.000. (2019)	CPRM	Escala não adequada para análise e sem atualização O ideal seria na escala 1:5.000.	https://inea.maps.arcgis.com/home/item.html?id=00cebd06129f4dbc81bc00237446eb8c
Enxurrada	.shp	Escala 1:25.000. (2019)	CPRM	Escala não adequada para análise e sem atualização O ideal seria na escala 1:5.000.	https://inea.maps.arcgis.com/home/item.html?id=00cebd06129f4dbc81bc00237446eb8c
Inundação	.shp	Escala 1:25.000. (2019)	CPRM	Escala não adequada para análise e sem atualização	https://inea.maps.arcgis.com/home/item.html?id=a07cde3841d747ea813cb10102738108

Arquivo	Tipo	Descrição	Fonte	Limitações	Endereço de acesso
				O ideal seria na escala 1:5.000.	
Focos de calor	.shp	Revisita de 1 a 2 dias	INPE		https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/

Os resultados dessa pesquisa foram apresentados durante o I Workshop do Projeto Cidades Sustentáveis, em Nova Friburgo, para os atores locais, a fim de debater a base de dados utilizada e as soluções para um desenvolvimento sustentável. Os apontamentos foram relacionados a incongruência entre a escala cartográfica das bases oficiais e as condições reais, a falta do monitoramento contínuo da paisagem com uma base de dados consistente, e a falta de assistência dos órgãos públicos na gestão de conflitos e planejamento de uso do solo.

Segundo Fell *et al*. (2008), a escala topográfica apropriada para o mapeamento de deslizamentos, zoneamento de perigo e suscetibilidade para obras de desenvolvimento regional, seria de 1:5000. Com isso, percebe-se que, para essa análise de segurança hídrica em áreas de risco, seria importante dados com escalas menores, para subsidiar estudos a nível municipal. Peregrini (2019), em seu estudo na cidade de Nova Friburgo, a respeito das cartas de Suscetibilidade da CPRM, constatou que os documentos têm caráter informativo/consultivo e apresentam relevância para a temática no município. Ainda assim, ressalta a necessidade de estudos mais detalhados e em nível local, a fim de garantir resultados mais assertivos.

4. CONCLUSÕES

As bases de dados oficiais disponibilizam diversos arquivos sobre a paisagem, no formato de mapas digitais, o que facilita o processamento e o uso dessas informações. Os dados atendem a níveis de macroplanejamento, são gratuitos e de fácil acesso. Ainda assim, a escala é o maior impasse para estudos que necessitam detalhamento de trabalho para a escala da paisagem considerando a unidade da bacia hidrográfica ou, até mesmo, para a administração pública municipal.

Portanto, ressalta-se a importância da participação de órgãos públicos municipais e estaduais, em fomentar a produção dos dados para análises integradas da paisagem, a fim de gerenciar adequadamente o uso e ocupação do solo, minimizando os riscos a desastres ambientais e proporcionando maior segurança hídrica. A consulta aos atores pertencentes à área de estudo foi de suma importância para complementar informações e permitir uma avalição crítica acerca das limitações de uso dos dados e informações obtidas pelas bases oficiais e de livre acesso.

AGRADECIMENTOS – Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à EMBRAPA Solos e ao Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

CALDERANO FILHO, B.; POLIVANOV, H.; CARVALHO JUNIOR, W. de; CHAGAS, C. da S.; CALDERANO, S. B. (2018). "*Avaliação da vulnerabilidade ambiental de regiões tropicais montanhosas com suporte de SIG*". Revista de Geografia, v. 35, n. 3, p. 269-288.

COLOMBO, J. (2017). "*Estudo base para o planejamento de segurança hídrica para a cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul"*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FELL, R., COROMINAS, J., BONNARD, C., CASCINI, L. LEROI, E., SAVAGE W. (2008) Guidelines for landslides susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. Engineering Geology, 102: 83-84pp. Engineering Geology, 102, 83-84.

JOHNSSON, R. M. F.; MELO, M. C. (2018). "*O conceito emergente de segurança hídrica"*. Sustentare, v. 1, n. 1, p. 72-92.

TUCCI, C.; CHAGAS, M. de F. (2017). "*Segurança hídrica: conceitos e estratégia para Minas Gerais"*. REGA, Porto Alegre, v. 14, n. e12, p. 1-16.

NUNES, F. S. B.; FREITAS, L. E. (2018). "*Base de dados geoespaciais no apoio à gestão participativa de riscos de desastres: o caso da bacia hidrográfica do Córrego d'Antas–Nova Friburgo/RJ*". Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano, p. 223-245.

PEREGRINI, P. S. (2019). "*Avaliação de metodologia de mapeamento de perigo a movimento gravitacional de massa do tipo deslizamento planar em Nova Friburgo, RJ: estudo de caso na localidade da Granja Spinelli*". Monografia (Bacharelado em Geografia) ─ Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

PINHO, G. M.; FRANCISCO C. N.; SALGADO C. M. (2013). "*Análise espacial dos movimentos de massa em Nova Friburgo"*. Revista Tamoios, v. 9, n. 1.

SILVA, A. L.; NUNES A. de J. N.; LONGO R. M.; RIBEIRO A. I. (2022). "*Relação entre métricas espaciais de paisagem e a provisão de serviços ecossistêmicos por florestas urbanas: um estudo sistemático de revisão*". Revista de Geografia e Ordenamento do Território, n. 23, p. 100-119.

VASCONCELLOS, A. A. (2011). "*Infraestrutura Verde Aplicada ao Planejamento da Ocupação Urbana na Bacia Ambiental do Córrego D'Antas, Nova Friburgo–RJ"*. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Rio de Janeiro-RJ.

VAZ, P. R. M. (2015). "*Mapa Das Ameaças Climáticas Do Estado Do Rio De Janeiro: Conhecendo Os Perigos, Tomando Medidas"*. Dissertação (Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil) – Universidade Federal Fluminense, Niterói.