

ANÁLISE SOCIOESPACIAL DA POPULAÇÃO ATINGIDA POR MOVIMENTOS DE MASSA NA PERIFERIA DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

Letícia Espíndola Moussa¹

Universidade Federal Fluminense (UFF)
Niterói, RJ, Brasil

Cristiane Nunes Francisco²

Universidade Federal Fluminense (UFF)
Niterói, RJ, Brasil

Filipe Brito da Rosa³

Universidade Federal Fluminense (UFF)
Niterói, RJ, Brasil

Enviado em 18 mai. 2021 | Aceito em 28 jun. 2022

Resumo: Os movimentos de massa são ocorrências responsáveis por grandes prejuízos à sociedade, particularmente, nas áreas densamente povoadas. O processo de urbanização desigual, típico das regiões metropolitanas brasileiras, aumenta as situações de risco. A presente pesquisa, portanto, tem como objetivo investigar as condições socioeconômicas e de infraestrutura dos locais atingidos por movimentos de massa na periferia de regiões metropolitanas periféricas através da análise de indicadores censitários. O estudo de caso foi realizado no município São Gonçalo, situado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), e composto por 364 ocorrências registradas pela Defesa Civil, no período entre 2005 e 2016, que foram associadas a dez variáveis censitárias de 2010. Através da Análise de Agrupamento, as ocorrências foram classificadas em quatro grupos localizados da área central à periurbana do município. Dos indicadores utilizados, cinco obtiveram coeficiente de determinação acima de 0,5 na discriminação dos grupos, correspondentes às variáveis de infraestrutura urbana e saneamento do domicílio. O grupo das ocorrências situadas próximas ao Centro distingue-se por apresentar melhores indicadores, superando, em geral, o município de São Gonçalo, com destaque para os indicadores de infraestrutura urbana. O grupo situado mais distante da área central apresenta os piores indicadores com destaque para o saneamento básico. Verifica-se que, na análise intramunicipal de São Gonçalo, são detectadas diferenças socioespaciais, porém não foi identificada diferença no número de ocorrências de movimentos de massa entre os grupos, o que impossibilitou a detecção de um padrão das condições socioeconômicas e de infraestrutura urbana dos locais atingidos por estes eventos. No entanto, deve ser destacado que a Análise de Agrupamento, realizada com a base de dados georreferenciados, permitiu verificar a relação entre indicadores e a distribuição espacial da população e, desta forma, salientar o processo de periferização intramunicipal na periferia metropolitana fluminense.

Palavras-chave: Deslizamentos. Análise de Agrupamento. Variáveis Censitárias.

1. Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Ceará. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7119-2589>. E-mail: le.moussa@hotmail.com

2. Doutora em Geociências, Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas (PGEB/UFF). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8688-9810>. E-mail: cristianenf@id.uff.br

3. Professor da Rede Estadual de Educação do Rio de Janeiro. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6491-3114>. Email: filipefbr@hotmail.com

SOCIO-SPATIAL ANALYSIS OF THE POPULATION AFFECTED BY MASS MOVEMENTS IN THE PERIPHERY OF THE METROPOLITAN REGION OF RIO DE JANEIRO

Abstract: Mass movements are events responsible for great damage to society, particularly in densely populated areas. The uneven urbanization process, typical of Brazilian metropolitan regions, increases the risk situations. The present research, therefore, aims to investigate the socioeconomic and infrastructure conditions of the places affected by mass movements on the peripheral metropolitan regions through the analysis of census indicators. The case study was carried out in the municipality of São Gonçalo, located in the Metropolitan Region of Rio de Janeiro (RMRJ), and consisted of 364 occurrences recorded by the Civil Defense, in the period between 2005 and 2016, which were associated with ten 2010 census variables. Through Cluster Analysis, the occurrences were classified into four groups located from the central to peri-urban areas of the municipality. Considering all indicators used, five of them obtained a coefficient of determination above 0.5 in the discrimination of groups, corresponding to the variables of urban infrastructure and household sanitation. The group of occurrences located close to the center (downtown area) is distinguished by presenting better indicators, surpassing, in general, the municipality of São Gonçalo, with emphasis on the urban infrastructure indicators. The group located furthest from the central area has the worst indicators, with emphasis on basic sanitation. Thus, it is verified that socio-spatial differences are detected in the intra-municipal space. However, no difference was identified in the number of occurrences of mass movements between the groups, which made it impossible to detect a pattern of socioeconomic conditions and urban infrastructure of the places affected by these events. It should be noted that the Cluster Analysis, carried out with the georeferenced database, made it possible to verify the relationship between indicators and the spatial distribution of the population and, in this way, highlight the process of intra-municipal peripheralization in the metropolitan periphery of Rio de Janeiro.

Keywords: Landslides. Cluster Analysis. Census Variables.

ANÁLISIS SOCIOESPACIAL DE LA POBLACIÓN AFECTADA POR MOVIMIENTOS DE MASAS EN LA PERIFERIA DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE RIO DE JANEIRO

Resumen: Los movimientos de masas son acontecimientos causadores de grandes daños a la sociedad, especialmente en zonas densamente pobladas. El proceso de urbanización desigual, característica de las regiones metropolitanas brasileñas, aumenta las situaciones de riesgo. La presente investigación, por lo tanto, tiene como objetivo indagar las condiciones socioeconómicas y de infraestructura de los lugares afectados por los movimientos de masas en la periferia de las regiones metropolitanas periféricas a través del análisis de los indicadores censales. El estudio de caso se llevó a cabo en el ayuntamiento de São Gonçalo, ubicado en la Región Metropolitana de Rio de Janeiro (RMRJ), y se compone de 364 ocurrencias registradas por la Defensa Civil, en el período comprendido entre 2005 y 2016, que se asociaron con diez variables censales de 2010. A través del Análisis de Cluster, las ocurrencias fueron clasificadas en cuatro grupos ubicados desde el centro hasta la zona periurbana del municipio. De los indicadores utilizados, cinco obtuvieron un coeficiente de determinación superior a 0,5 en la discriminación de grupos, correspondientes a las variables de infraestructura urbana y saneamiento de los hogares. El grupo de ocurrencias ubicadas cerca del Centro se distingue por presentar mejores indicadores, superando en general al ayuntamiento de São Gonçalo, especialmente los indicadores de infraestructura urbana. El grupo más lejano de la zona central presenta los peores indicadores, con énfasis en el saneamiento básico. Así, se han visto diferencias socioespaciales dentro del área municipal. Sin embargo, no se identificó ninguna diferencia en el número de movimientos de masas entre los grupos, lo que impidió detectar un patrón de las condiciones socioeconómicas y la infraestructura urbana de los lugares afectados por estos eventos. Sin embargo, cabe resaltar que el Análisis de Cluster, realizado con la base de datos georeferenciada, permitió verificar la relación entre los indicadores y la distribución espacial de la población y así poner de manifiesto el proceso de formación periférica intramunicipal en el área metropolitana alrededor de Rio de Janeiro.

Palabras clave: Derrumbos. Análisis de Cluster. Variables Censales.



Introdução

Desastres são considerados como uma perturbação grave em uma comunidade ou sociedade, que causam problemas humanos, materiais, econômicos ou ambientais de grande extensão (UNISDR, 2009). De acordo com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2022), em estudo sobre os desastres no Brasil, no período de 1991 a 2020, foram registradas cerca de 63 mil ocorrências, que resultaram em 7 mil pessoas desabrigadas e desalojadas, 4 mil óbitos e mais de 3 milhões de habitações destruídas ou danificadas, além de danos materiais e prejuízos correspondentes a R\$ 18,26 bilhões/ano.

Apesar de números já elevados, o quadro tende a se agravar, pois, conforme apontado pelo relatório do IPCC (2022), as mudanças climáticas têm afetado cada vez mais os ecossistemas e serviços ecossistêmicos, incluindo a segurança hídrica e alimentar, assentamentos e infraestrutura, saúde e bem-estar, e economia e cultura. Tais mudanças são intensificadas ao interagirem com

outras alterações antrópicas, como o adensamento da população urbana, injustiças sociais, pobreza e as degradações no uso da terra e água (IPCC, 2022).

Assim, os perigos ou ameaças naturais, como terremotos, secas, inundações e chuvas intensas, resultam em mortes e danos que também são decorrentes de atos humanos, entre eles, a omissão de políticas de prevenção e mitigação (WB, 2010). Desta forma, por mais que dependam de um evento deflagrador que integre os ciclos da natureza, os desastres não existem num vazio e também são consequência de um conjunto de ações humanas (OPAS, 2015).

Dentre os desastres, os movimentos de massa e enchentes apresentam o maior grau de recorrência em todo o mundo, particularmente em cidades densamente povoadas e zonas de relevo acidentado (RIFFEL *et al.*, 2016). Esses movimentos são importantes agentes atuantes na dinâmica geomorfológica e evolução das formas de relevo, transportando solo, rochas e detritos (FERNANDES e AMARAL, 1996), e compreendem diversos tipos de movimento de materiais terrosos ou rochosos controlados pela ação da gravidade (RIFFEL *et al.*, 2016).

Augusto Filho e Virgili (1998) apontam, como principais, os seguintes fatores condicionantes da instabilização de encostas na dinâmica ambiental brasileira: características climáticas; características e distribuição dos materiais que compõem o substrato das encostas/taludes; características geomorfológicas, regime das águas de superfície e subsuperfície; e características do uso e ocupação, incluindo cobertura vegetal e diferentes formas de intervenção antrópica das encostas, com cortes, aterros, concentração de água pluvial e servida, etc.

No Brasil, o crescimento dos deslizamentos, nas últimas décadas, está relacionado diretamente à expansão das atividades de modo desordenado e à ocupação de novas áreas de risco, o que intensifica a vulnerabilidade nas áreas urbanas (MENDONÇA e SILVA, 2020; SAITO *et al.*, 2020). Fernandes e Amaral (1996) afirmam que as metrópoles brasileiras convivem com a alta incidência de deslizamentos, induzidos por cortes para a implantação de moradias, desmatamentos, disposição final do lixo e das águas servidas, com grandes danos associados.

Assim, apesar das causas e origem de aspecto natural, os movimentos de massa são amplamente modificados pelos impactos da urbanização, levando à intensificação da magnitude e frequência de ocorrência. Segundo Braga (1997), o agravamento da deterioração do ambiente e da qualidade de vida nas áreas urbanas brasileiras é fruto do modelo de desenvolvimento adotado e do rápido processo de adensamento urbano.

A urbanização e metropolização do Rio de Janeiro, a partir dos anos 1940, está inserida no padrão periférico de crescimento, caracterizado pelo afastamento da população da região central da mancha urbana e pela carência de infraestruturas básicas (SCHUTZER, 2012). Nesse processo, a área central concentra os investimentos públicos e privados, que assim passa a possuir infraestrutura e condições de vida melhores, enquanto que, nas periferias, os investimentos públicos e privados são escassos, a infraestrutura precária e as condições de vida piores (SILVA, 2015).

Durante as décadas de 1970 e 1980, a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) passou por uma reestruturação da distribuição residencial decorrente da dispersão e do surgimento de novas áreas centrais fora da metrópole (SILVA, 2015). Ainda, segundo o mesmo autor, ocorre o processo de “periferização da periferia”, em que trocas populacionais entre os municípios metropolitanos resultam na expulsão da população das áreas mais integradas e com melhor infraestrutura para áreas ainda mais distantes da metrópole e com pior infraestrutura. A dinâmica de reprodução espacial da metrópole fluminense não diminui sua centralidade, mas recria divisões internas, fragmentando de acordo com a valorização de espaços (ROSA, 2010).

O constante crescimento das cidades e a necessidade de moradia, aliados a uma política de habitação escassa, têm ocasionado a ocupação em áreas ambientalmente frágeis, inundáveis e

encostas (IPT, 2007). A ausência de infraestrutura e a precariedade das ocupações, associadas às modificações no meio ambiente e aos problemas de saneamento relacionados ao despejo e coleta de resíduos, intensificam situações de risco aos habitantes e queda na qualidade de vida (JACOBI, 2006). Para Britto et al. (2017), o acesso ao serviço de saneamento básico expressa uma forte marca de segregação espacial, que ao mesmo tempo está associada à precariedade ambiental, visto que as condições de saneamento incidem sobre a degradação dos recursos hídricos existentes.

Dessa forma, os problemas ambientais não são vivenciados no espaço urbano de forma homogênea. A ocupação por classes sociais menos favorecidas em espaços devolutos, seja próxima a leito de rios ou suscetíveis a deslizamentos e erosão, é a mais atingida (COELHO, 2001). De acordo com Araújo e Rosa (2014), o crescimento desordenado das cidades, dando origem às problemáticas ambientais e sociais, e os eventos extremos, como as chuvas intensas, são assim fatores comuns aos desastres ambientais.

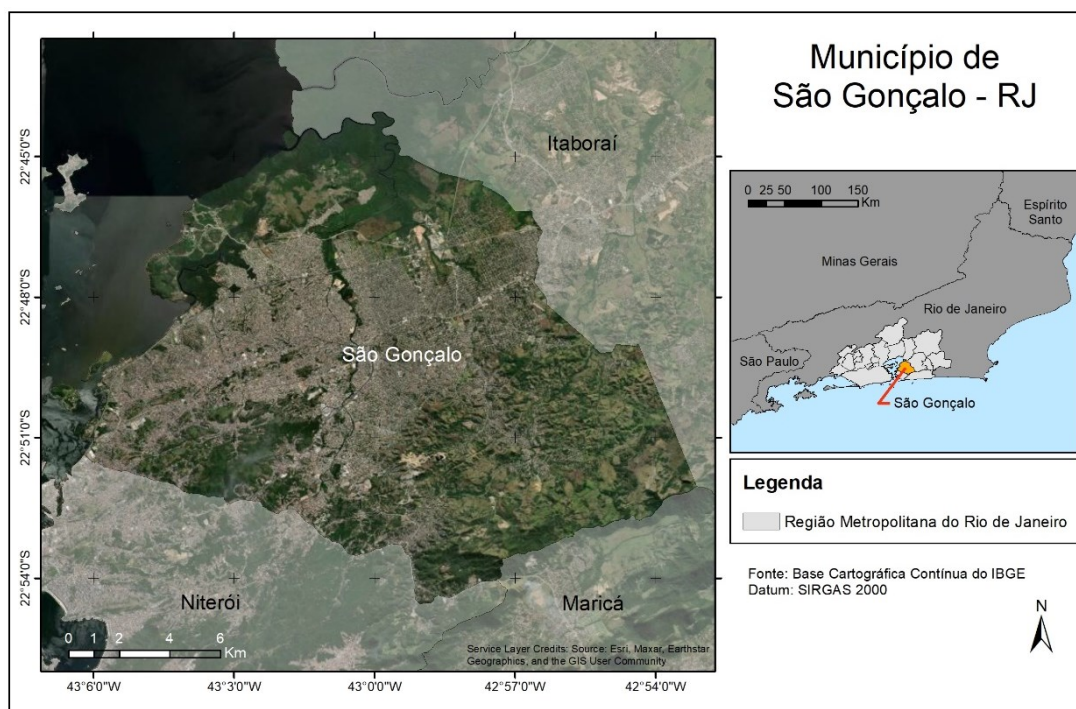
Segundo Sant'Anna (2018), países ricos vivenciam desastres naturais assim como os mais pobres, entretanto, são os países mais pobres que sofrem maiores consequências com os desastres. Os impactos ambientais em áreas urbanas estão fortemente associados com as condições de exclusão e inclusão da população aos benefícios da cidade, assim como as medidas de adaptação e mitigação desses impactos (MENDONÇA et al., 2016).

Apesar das regiões declivosas e com períodos chuvosos mais intensos estarem propensas a ocorrências de movimentos de massa, as ocupações mais precárias são as que vivenciam com mais frequência esses eventos (IPT, 2007). Dessa forma, os desastres naturais não atingem a população e localidades de forma única, há uma desigualdade nos eventos, nos quais os mais pobres e com baixa infraestrutura são mais afetados (SANT'ANNA, 2018).

São Gonçalo, município pertencente à RMRJ, se consolida como periferia pela sua condição de subordinação e complementaridade ao centro da metrópole e, também, pela presença de privação relativa ou pobreza, padrão na produção do espaço urbano precário das periferias metropolitanas (BRITTO et al., 2017). No entanto, nas últimas décadas, tem passado por transformações espaciais, típicas da "periferização da periferia", que dão uma diversificação socioespacial ao seu território, decorrente da expansão do mercado imobiliário e serviços, com surgimentos de assentamentos precários e novas centralidades (ROSA, 2010; 2019; VIANA, 2019). Os enclaves de renda média ao lado de um contingente expressivo de população pobre assistida por serviços inadequados de saneamento caracterizam as desigualdades sociais e a precariedade ambiental presentes nesse município (BRITTO et al., 2017).

A presente pesquisa, portanto, tem como objetivo investigar as condições socioeconômicas e de infraestrutura dos locais atingidos por movimentos de massa na periferia de regiões metropolitanas periféricas, através da Análise de Agrupamento dos indicadores censitários dos movimentos ocorridos entre 2006 e 2015 no município de São Gonçalo (Figura 1).

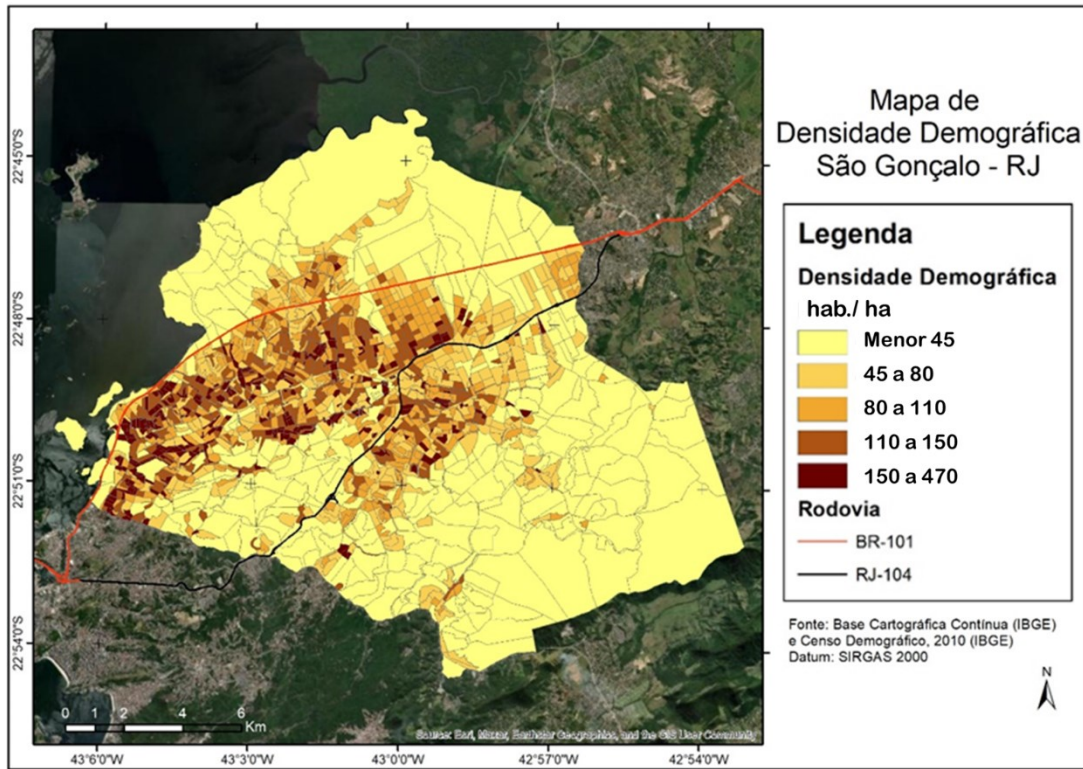
Figura 1 - Localização da área de estudo, município de São Gonçalo, RJ



Fonte: Os autores (2022).

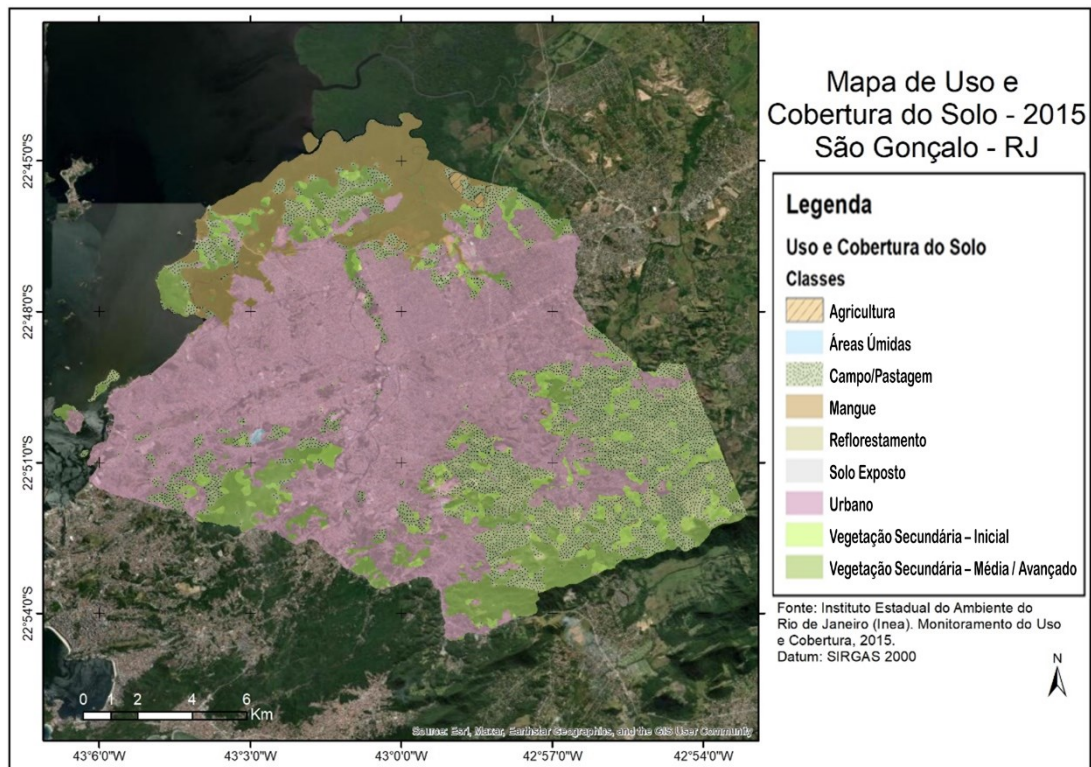
A área em estudo, localizada no leste da RMRJ, corresponde ao segundo município mais populoso do estado fluminense, com população superior a 1 milhão de habitantes (IBGE, 2011) concentrada entre as rodovias BR-101 e RJ-104 (Figura 2). A acessibilidade viária possibilitou a expansão dos loteamentos no município, principalmente, os clandestinos desprovidos de serviços de infraestrutura pública (SANTOS, 2012). A zona urbana concentra-se, assim, na área central do município, enquanto, a leste, a densidade demográfica é menor, e a cobertura da terra predominante é pastagem entremeada pela vegetação secundária (Figura 3).

Figura 2 - Mapa de Densidade Demográfica por Setores Censitários, município de São Gonçalo, RJ



Fonte: Os autores (2022).

Figura 3 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo, município de São Gonçalo, RJ

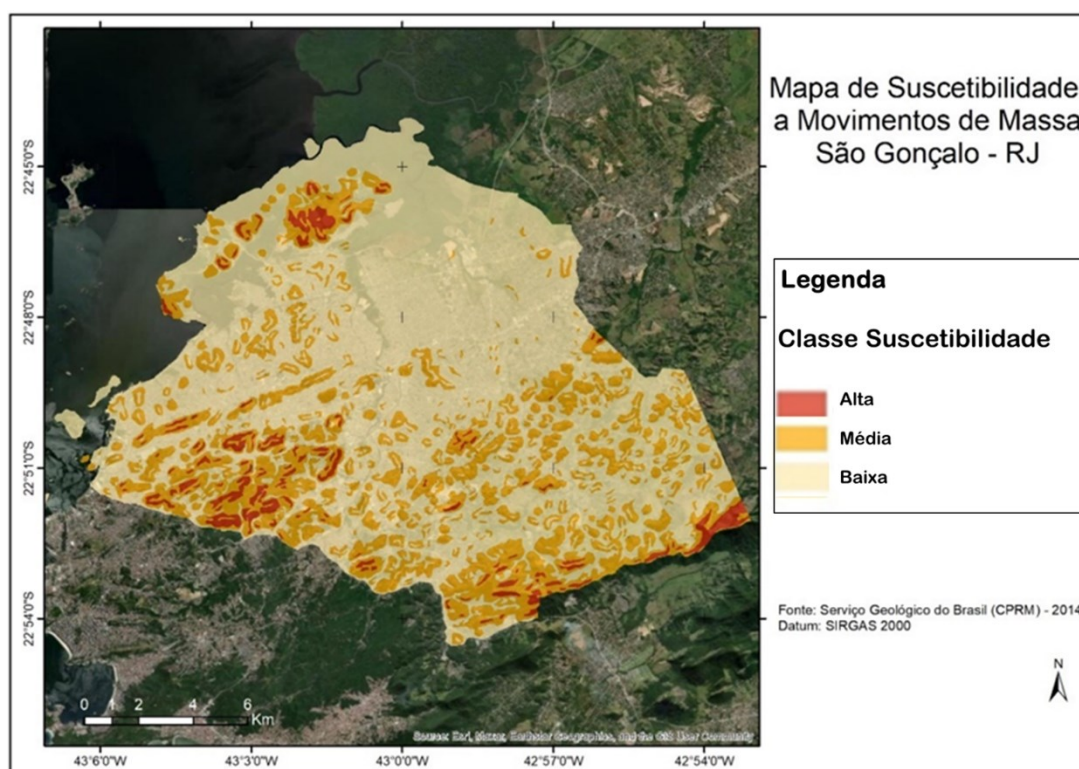


Fonte: Os autores (2022).

Aliados à ocupação desordenada, ao saneamento inadequado e aos problemas ambientais, que envolvem a destruição e a descaracterização dos ambientes naturais (SANTOS, 2012), os aspectos físicos de São Gonçalo estão associados aos processos deflagradores dos movimentos de massa - lineamento estrutural das rochas, declividade da encosta, presença de argilominerais de alta atividade e baixa condutividade hidráulica (BERTOLINO *et al.*, 2015). No entanto, ainda, segundo com estes autores, a atividade antrópica, como o despejo de dejetos no topo das encostas, mantém a umidade elevada que, associada ao regime pluviométrico, propiciam as ocorrências.

De acordo com a carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais (CPRM, 2014), a classe de média suscetibilidade localiza-se nas elevações com amplitudes de 40 a 300 m e encostas com gradiente moderado, entre 10° e 20°, enquanto, na classe de alta, os gradientes são superiores a 20°. Na baixa suscetibilidade, predominam os processos erosivos em relevo suave de até 60 m de amplitude e 10° de declividade (Figura 4).

Figura 4 - Mapa de Suscetibilidade a Movimentos de Massa no município de São Gonçalo, RJ



Fonte: Os autores (2022).

Os terrenos de baixa amplitude, formados por planícies fluvio-marinhas e colinas suaves, predominam na maior parte do município, enquanto, em cerca de 40% da área, estão presentes as elevações com encostas íngremes a moderadas de baixa a elevada amplitude, nas quais se localizam as nascentes de rios. A partir desses morros, são formadas as enxurradas que encontram os canais fluviais em baixa declividade, com modificações que impedem o escoamento natural das águas (SILVA e SALGADO, 2013).

As enxurradas são decorrentes do clima tropical úmido, tipo Aw, classificação de Köppen, que, no município em estudo, é caracterizado por apresentar temperatura média anual de cerca de 25°C e duas estações do ano bem demarcadas, com chuvas concentradas no verão e outono. O período mais seco ocorre nos meses entre maio e outubro, com totais pluviométricos mensais inferiores a

100 mm, enquanto, no período chuvoso, entre novembro e abril, o volume pluviométrico mensal pode superar 200 mm no mês de janeiro (PEREIRA *et al.*, 2021; BERTOLINO *et al.*, 2007). Estudo, abrangendo o período 2010-2019, aponta que os impactos mais severos ao município de São Gonçalo estão relacionados ao volume pluviométrico de moderado a elevado em torno de 60 mm/dia ou, acumulado de dois ou mais dias de chuva, em cerca de 40 mm, nos primeiros meses do ano, entre janeiro e abril (TÓRNIO e KEDE, 2021; BERTOLINO *et al.*, 2012).

Metodologia

A primeira etapa do trabalho consistiu na formação de uma base de dados georreferenciados, composta por indicadores censitários dos locais onde ocorreram os movimentos de massa em São Gonçalo, com informações provenientes da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de São Gonçalo (COMDEC-SG) e do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2011). O período de análise das ocorrências, entre 2005 e 2016, foi escolhido, pois refere-se aos cinco anos antecedentes e subsequentes à realização do Censo de 2010.

A base de dados da COMDEC-SG era formada por boletins de ocorrência, constituídos por informações obtidas nas vistorias da Defesa Civil, decorrentes das chamadas feitas pela população atingida por movimentos de massa. Assim, o primeiro passo da pesquisa correspondeu à análise de consistência dos boletins de ocorrência, o que resultou na formação de uma base de dados georreferenciados composta por 394 registros com atributos dos locais das vistorias.

A seguir, para constituir os indicadores sobre a população atingida por movimentos de massa, foram selecionadas dez variáveis do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2011) agregadas por setor censitário. Estas variáveis correspondem às condições (1) socioeconômicas da população - rendimento do domicílio e alfabetização da população, (2) de saneamento dos domicílios - distribuição de água, coleta de esgoto e coleta de lixo dos domicílios, e (3) de infraestrutura urbana - presença de pavimentação, arborização e saneamento do entorno domiciliar (Quadro 1).

Quadro 1 - Variáveis censitárias das condições socioeconômicas da população e de infraestrutura do domicílio e de seu entorno

Condições	Variáveis censitárias
Socioeconômicas da população	Pessoas maiores de 15 anos alfabetizadas
	Total do rendimento nominal mensal dos domicílios particulares permanentes
Saneamento dos domicílios	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água via rede geral
	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial
	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza
Infraestrutura urbana do entorno dos domicílios	Domicílios particulares permanentes com pavimentação no entorno
	Domicílios particulares permanentes com bueiro/boca de lobo no entorno
	Domicílios particulares permanentes com arborização no entorno
	Domicílios particulares permanentes com esgoto a céu aberto no entorno
	Domicílios particulares permanentes com lixo acumulado no entorno

Fonte: Censo Demográfico IBGE (2011).

O próximo passo consistiu na adição das bases de dados dos movimentos de massa e dos indicadores censitários no Sistema de Informações Geográficas (SIG). As duas bases de dados foram associadas pela localização das ocorrências, resultando na criação de uma nova base de dados georreferenciados, contendo as 364 ocorrências dos movimentos de massa associadas aos dez indicadores censitários dos locais atingidos.

Por fim, sobre esta base de dados finalizada, foi aplicada a Análise de Agrupamento (*Clusters Analysis*), que corresponde a uma técnica de natureza exploratória, com objetivo de identificar uma estrutura na base de dados (JAIN, 2010). Por ser baseada na aprendizagem não supervisionada, pois não necessita que os dados estejam rotulados, é adequada para aplicações em que haja dificuldade de obter dados rotulados, bem como ser utilizada para explorar e caracterizar a base de dados antes da aplicação das técnicas supervisionadas (GHOSH e LIU, 2009).

A “clusterização” consiste na partição da base de dados em grupos de modo que, internamente, cada objeto do grupo tenda a ser mais similar entre si do que os objetos pertencentes aos demais grupos (GHOSH e LIU, 2009). A definição da similaridade é dada pelo algoritmo de agrupamento aplicado. O K-médias é o mais popular e o mais simples algoritmo de partição utilizado (JAIN, 2010; GHOSH e LIU, 2009). Consiste em um método não hierárquico, que seleciona de modo aleatório uma ‘semente’ como a origem para cada grupo. Desta forma, os objetos são associados aos grupos de modo que as diferenças entre os grupos sejam maximizadas e, dentro do grupo, minimizadas. Para isto, é calculada a média central de cada grupo e, assim, cada ocorrência é reagrupada para o centro mais próximo até que os membros dos grupos se estabilizem com, no máximo, de até 100 iterações (ESRI, 2016).

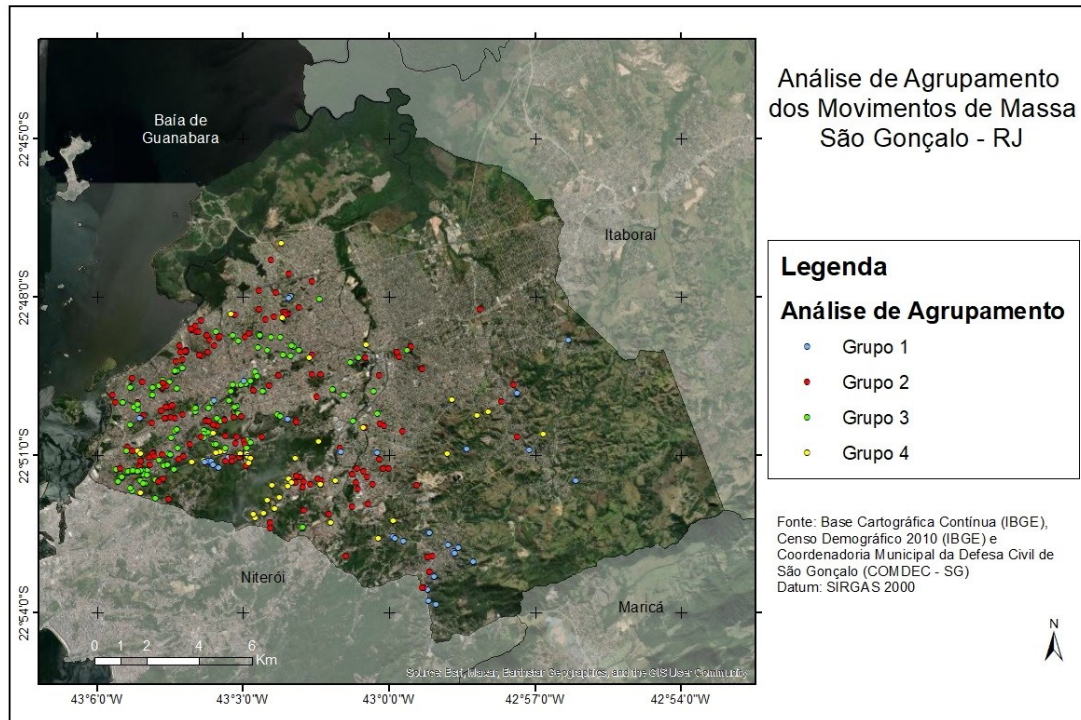
A Análise de Agrupamento foi aplicada, neste trabalho, para agrupar os movimentos de massa de acordo com os indicadores censitários dos locais atingidos por estas ocorrências, tendo, com isto, como objetivo identificar os indicadores relevantes da distribuição espacial das ocorrências, bem como as correlações entre os movimentos de massa e os indicadores socioeconômicos e de infraestrutura. É importante ressaltar, que a proposta aqui é a análise dos movimentos de massa partindo da população atingida, e não a partir dos seus condicionantes, como é comum na literatura.

Como resultado da análise, além da formação dos grupos, o ArcGIS® 10.2.2, sistema no qual a Análise de Agrupamento foi realizada, fornece o resumo da estatística descritiva dos indicadores, representados também em diagrama de caixa (*boxplot*), bem com o coeficiente de determinação (R^2), que assinala a participação do indicador na discriminação para a formação do grupo. O diagrama de caixa ilustra a dispersão dos valores de cada variável e os *outliers* (valores atípicos), e indica as medidas de tendência central através da representação por quartis. Por meio do diagrama, é possível observar o comportamento dos indicadores censitários entre os quatro grupos de forma sintetizada.

Resultados

Foram gerados quatro grupos pela Análise de Agrupamento aplicada na base de dados georreferenciados das ocorrências de movimentos de massa em São Gonçalo para o período de 2005 a 2016. A distribuição espacial das ocorrências dos movimentos de massa está concentrada no centro urbano e se dispersa para a franja periurbana conforme verificado na Figura 5 e descrito nos parágrafos a seguir.

Figura 5 - Análise de agrupamento dos movimentos de massa ocorridos no período de 2005 a 2016, município de São Gonçalo, RJ.



Grupos	Ocorrências		População residente		Ocorrências/ Habitante	População São Gonçalo - %
	Número	%	Hab. (mil)	%		
1	38	10	13,9	9	2,7	1,2
2	170	43	70,9	46	2,4	6,5
3	133	34	47,5	31	2,8	4,3
4	53	13	21,5	14	2,5	1,9

Fonte: Os autores (2022).

O grupo 1 composto por 38 ocorrências, que representa 10% do total e 9% da população residente nos setores atingidos, tende a se localizar na área periurbana com menor densidade demográfica, 41 hab./ha e 1,2% da população de São Gonçalo. O grupo 2, composto por 170 ocorrências, ou seja, 43% do total e 46% da população atingida, apresenta densidade demográfica de 79 hab./ha e 6,5% da população do município, com tendência a ocupar o entorno imediato do centro urbano. O grupo 3, composto por 133 ocorrências, correspondentes a 34% do total e 31% da população atingida, apresenta densidade demográfica de 114 hab./ha com 4,3% da população municipal, e concentra-se no centro urbano do município. Por fim, o grupo 4, composto por 53 ocorrências, ou seja, 13% do total e 14% da população atingida, possui densidade demográfica de 83 hab./ha com 1,9% da população municipal, e tende a se localizar nas encostas do centro urbano e do seu entorno.

Apresentaram maior coeficiente de determinação (R^2) na discriminação dos grupos, os indicadores relacionados à infraestrutura urbana – presença de bueiro/boca de lobo (0,59), esgoto a céu aberto (0,56), pavimentação (0,53) e lixo acumulado (0,53), acompanhados pelos indicadores de

saneamento dos domicílios - esgotamento sanitário via rede geral (0,52), abastecimento de água da rede geral (0,49) e com lixo coletado por serviço de limpeza (0,48). Enquanto os menos relevantes, foram os indicadores socioeconômicos – rendimento (0,37) e alfabetização (0,21), e arborização (0,04) (Tabela 1).

Tabela 1. Indicadores censitários dos agrupamentos dos movimentos de massa ocorridos no período de 2005 a 2016, município de São Gonçalo, RJ

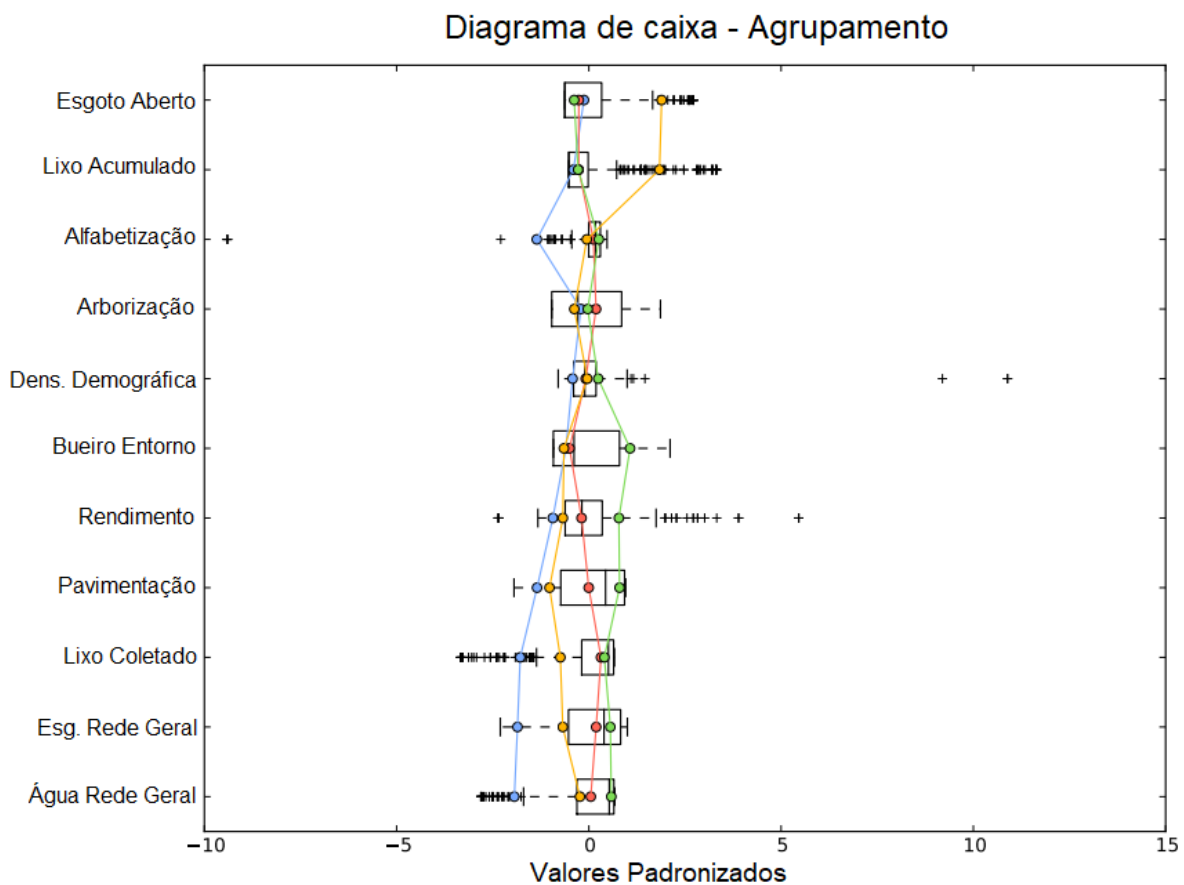
R ²	Indicadores censitários	Grupos			
		1	2	3	4
0,59	Domicílios particulares permanentes com bueiro/boca de lobo no entorno (%)	10,7	13,8	65,7	9,0
0,56	Domicílios particulares permanentes com esgoto a céu aberto no entorno (%)	14,9	10,8	7,3	75,2
0,53	Domicílios particulares permanentes com pavimentação no entorno (%)	20,6	66,9	94,5	31,7
0,53	Domicílios particulares permanentes com lixo acumulado no entorno (%)	3,1	6,7	6,3	61,5
0,52	Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial (%)	13,5	75,4	86,6	49,10
0,49	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral (%)	24,9	82,0	86,6	73,9
0,48	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza (%)	38,6	91,2	93,4	64,7
0,37	Rendimento nominal mensal por domicílio particular permanente (Reais)	324,71	496,3	719,4	384,7
0,21	Pessoas alfabetizadas com 15 ou mais anos de idade (%)	81,4	96,3	97,8	94,6
0,04	Domicílios particulares com arborização no entorno (%)	26,8	40,7	33,1	20,7

Fonte: Censo Demográfico IBGE (2011).

Os resultados da Análise de Agrupamento demonstram que há maior diferença espacial na distribuição da infraestrutura urbana e do saneamento no município de São Gonçalo, pois estes indicadores apresentaram maior R² na separação dos grupos. Verifica-se também que, apesar dos grupos 2 e 3, situados no centro urbano, apresentarem melhor desempenho, o coeficiente R² aponta que os indicadores socioeconômicos tiveram uma menor importância na separação dos grupos. Este quadro pode indicar que, no contexto periférico, a diferença da distribuição espacial da infraestrutura dos domicílios e do seu entorno é maior do que as condições socioeconômicas da população, o que é corroborado por Britto et al. (2017), quando aponta que é nos serviços de saneamento que se encontra a “marca forte da segregação socioespacial em São Gonçalo” (p.6). Desta forma, apesar de algumas cidades metropolitanas terem alcançado algum êxito na atração de capitais e na sua organização interna e, conseqüentemente, na valorização de espaços, questões de organização do território ainda continuam sem solução, entre elas, a carência de moradias, como tem sido verificado em São Gonçalo (ROSA, 2010).

O grupo 1, periurbano, apresentou os piores indicadores censitários referentes às três condições analisadas, ou seja, socioeconômicas, sanitárias e de infraestrutura urbana, acompanhado pelo grupo 4, encostas (Tabela 1 e Figura 6). No entanto, enquanto este grupo possui indicadores sanitários domiciliares superiores ao grupo 1, a infraestrutura urbana referente ao saneamento (esgoto a céu aberto e lixo acumulado) apresenta pior desempenho. Possivelmente, o grupo 1, por estar localizado predominantemente na área periurbana apresenta características periféricas com baixo atendimento à infraestrutura de sanitárias domiciliares (água, esgoto e lixo) e menor pavimentação, além dos piores indicadores socioeconômicos (renda e alfabetização). Enquanto, o grupo 4 possui a pior infraestrutura sanitária urbana (esgoto a céu aberto e lixo acumulado), por estar, possivelmente, nas áreas devolutas no entorno imediato do centro urbano.

Figura 6 - Diagrama de caixa dos agrupamentos das ocorrências de movimentos de massa no período de 2005 a 2016, município de São Gonçalo, RJ



Fonte: Os autores (2022).

Os grupos 2 e 3, entorno e centro urbano, apresentam condições de infraestrutura urbana próximas, contudo, o grupo 3 possui os melhores indicadores, superando, em geral, a média do município de São Gonçalo, provavelmente, por se localizar na área urbana central. Neste grupo, destacam-se os indicadores de infraestrutura urbana – presença de bueiros e pavimentação, e saneamento domiciliar – esgotamento por rede geral, e rendimento domiciliar.

Comparando com o município e o estado fluminense, constata-se que, na sua maioria, os indicadores dos setores censitários com ocorrências dos movimentos de massa estão próximos aos valores do município de São Gonçalo, e inferiores aos do estado do Rio de Janeiro (Tabela 2). Contudo, as maiores diferenças correspondem ao indicador de rendimento, com valor quatro vezes

menor, e de infraestrutura urbana, referente à arborização e ao saneamento (esgoto a céu aberto, bueiro/boca de lobo e lixo acumulado), evidenciando a posição de periferia dentro da RMRJ.

Tabela 2 - Indicadores censitários das ocorrências de movimentos de massa (MM) do município de São Gonçalo e estado do Rio de Janeiro

Indicadores censitários	Setores censitários com MM	Mun. S. Gonçalo	ERJ
Rendimento nominal mensal por domicílio particular permanente (em Reais)	540,08	541,70	2.391
Pessoas alfabetizadas com 15 ou mais anos de idade (%)	95,2	93,4	94,0
Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral (%)	80,6	78,2	80,3
Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial (%)	69,7	66,4	71,1
Domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza (%)	83,3	85,0	83,3
Domicílios particulares permanentes com pavimentação no entorno (%)	67,1	67,0	68,8
Domicílios particulares permanentes com bueiro/boca de lobo no entorno (%)	30,4	33,6	55,1
Domicílios particulares permanentes com arborização no entorno (%)	34,1	32,0	50,6
Domicílios particulares permanentes com esgoto a céu aberto no entorno (%)	18,7	17,4	5,9
Domicílios particulares permanentes com lixo acumulado no entorno (%)	13,6	14,2	5,3

Fonte: Censo Demográfico IBGE (2011).

Verifica-se, assim, que apesar da sua situação periférica, na análise intramunicipal de São Gonçalo é detectada diferença socioespacial: a população periurbana (grupo 1) e localizada em encostas (grupo 4) apresentam os piores indicadores, enquanto a população do centro urbano (grupos 2 e 3) apresenta os melhores. Entretanto, não foi possível identificar a diferença de incidência dos movimentos de massa, pois o número das ocorrências por mil habitantes é próximo, entre 2,4 a 2,8, nos quatro grupos (Figura 4). Além do fato dos indicadores dos setores dos movimentos de massa e do município de São Gonçalo serem similares (Tabela 2).

No entanto, trabalho como de Mendes et al. (2018), que avaliou a ação natural e antrópica nas ocorrências de movimentos de massa em Campos do Jordão, SP, aponta que a intervenção humana desempenha um papel preponderante na deflagração dos movimentos, tendo sido determinante para as ocorrências nos casos analisados, que estavam associados às ocupações irregulares nas encostas, ao desmatamento, ao manejo do solo de forma inadequada, ao despejo e à coleta irregular de resíduos. Os autores concluíram que apenas a ação isolada dos condicionantes naturais não é suficiente para desencadear movimentos de massa, além da ausência do planejamento, monitoramento e controle das atividades antrópicas tornarem os eventos de movimentos de massa ainda mais graves.

Conclusão

Observou-se que os setores censitários com ocorrência de movimentos de massa apresentam indicadores socioeconômicos, saneamento domiciliar e infraestrutura urbana similares aos do município de São Gonçalo. Por sua vez, este município apresenta as piores condições de infraestrutura urbana e rendimento do que o estado do Rio de Janeiro.

O coeficiente de determinação demonstrou que os indicadores relacionados à infraestrutura urbana, acompanhados de saneamento dos domicílios, foram os mais relevantes na discriminação dos quatro grupos de setores com ocorrências de movimentos de massa.

A comparação entre os indicadores dos grupos demonstrou que aqueles situados próximos ao centro urbano tendem a possuir condições socioeconômicas, de saneamento e de infraestrutura urbana melhores do que os grupos mais afastados. Nota-se, assim, que no município de São Gonçalo são detectadas diferenças entre as condições da população residente no centro urbano, que apresenta os melhores indicadores, e da população residente na franja periurbana. Assim, apesar de ser um município com indicadores típicos de periferia da RMRJ, a análise intramunicipal detectou diferenças socioespaciais.

Contudo, não foi possível identificar se as condições díspares são suficientes para deflagrar os movimentos de massa, à medida que a proporção de ocorrências é similar à da população residente nos setores censitários em que se localizam. Desta forma, apesar dos grupos apresentarem diferenças, elas não são suficientes para identificar um padrão nas ocorrências de movimentos de massa quanto às condições socioeconômicas, de saneamento e de infraestrutura urbana das populações atingidas por movimentos de massa.

Entretanto, é importante ressaltar que o volume de pesquisas, dentre os estudos relacionados a desastres naturais, que traçam o perfil da população atingida com base em setores censitários, é restrito quando comparado às pesquisas realizadas sobre movimentos de massa que abordam os condicionantes naturais. Dessa forma, para a prevenção dos perigos e redução dos danos, são de extrema importância investigações que envolvam os indicadores com base em dados censitários, pois possibilitam a observação detalhada da ação antrópica no espaço.

Por fim, deve-se destacar que a Análise de Agrupamento, realizada com a base de dados georreferenciados, mostrou-se importante no presente estudo pois permitiu, através da identificação dos grupos, verificar a relação entre indicadores e a distribuição espacial da população e, desta forma, salientar o processo de periferização intramunicipal em um município periférico metropolitano.

Referências

- ARAÚJO, R. O.; ROSA, T. C. S. (2014) Socio-environmental vulnerability and disaster risk reduction: the role of Espírito Santo State (Brazil). *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 117-132.
- AUGUSTO FILHO, O.; VIRGILI, J. C.; DILÁSCIO, M. V. (1998). Estabilização de taludes. In: OLIVEIRA, A. M. D. S.; BRITO, S. N. A. D. (eds). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, p. 243-269.
- BERTOLINO, L. C., BERTOLINO, A. V. F. A., LEMES, M. W., MERAT, G. S. (2015). Análise dos deslizamentos em São Gonçalo – Rio de Janeiro: uma abordagem multi-escalar. *Revista Geografias*. p. 53–65.
- BERTOLINO, A. V. F. A.; FIALHO, E. S.; MARCHIORO, E.; BAPTISTA, E. C. (2012). As repercussões pluviiais e os movimentos de massa na porção leste da baía de Guanabara: estudo de caso de São Gonçalo – RJ. In: SILVA, C. A. S.; FIALHO, E. S. (orgs.). *Concepções e ensaios da climatologia geográfica*. Dourados: UFGD, p. 233-256.
- BERTOLINO, A. V. F. A.; COSTA, A.R.C; BERTOLINO, L. C.; FIALHO, E. S. (2007) Análise da dinâmica climatológica no município de São Gonçalo RJ - triênio 2004 - 2007. *Revista Tamoios* (Impresso), Rio de Janeiro, v. IV, p. 1-13.
- BRAGA, T. (1997) *Gestão ambiental, conflito e produção social do espaço sob o signo da (mono) indústria*. 1997. (Mestrado em Ciências Ambientais). Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BRASIL. (2022) Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. *A P&CD e os 30 anos de desastres no Brasil (1991 – 2020)*. Florianópolis: FEPESE. 64p.
- BRITTO, A. L.; GOUVEIA, A. G.; GONÇALVES, T. G. B.; JOHNSON, R. M. F. (2017) A segregação socioespacial no município de São Gonçalo, RJ: uma análise a partir do acesso ao saneamento básico. In: *Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional*, 17., 2017, São Paulo. Anais [...]. São Paulo, v. 17, n. 1. 23p.
- COELHO, M. C. N. (2001) Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.19-45.
- CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. (2014). *Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de São Gonçalo – RJ*. Rio de Janeiro: CPRM. Escala 1:40.000.
- ESRI. (2019) *ArcGIS Pro tool reference*. Disponível em <<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/main/arcgis-pro-tool-reference.html>>. Acessado em: 25 de nov. 2019.
- FERNANDES N. F.; AMARAL, C. (1996) Movimentos de massa: uma abordagem geológica-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs), *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 123-194.
- GHOSH, J.; LIU, A. (2009) K-Means. In: XINDONG, W.; VIPIN, K. (eds). *The Ten Top Algorithms in Data Mining*. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group, p. 37-60.
- IBGE. (2011) *Censo Demográfico 2010*. Disponível em: <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm>. Acesso em 30 set. 2019.
- IPCC. (2022) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Technical Summary*. Disponível em: < <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>> Acesso em 03 jun. 2022. 96p.
- IPT. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. (2007) *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Brasília*: Ministério das Cidades. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas.
- JACOBI, P. (2006) Dilemas socioambientais na gestão metropolitana: do risco à busca da sustentabilidade urbana. *Política & Trabalho - Revista de Ciências Sociais*, João Pessoa, n. 25, p.115-134.
- JAIN, A. K. (2010) *Data clustering: 50 years beyond K-means*. *Pattern Recognition Letters*, n. 31, p. 651–666.

- MENDES, R. M.; ANDRADE, M. R. M.; TOMASELLA, J.; MORAES, M. A. E.; SCOFIELD, G. B. (2018) Understanding shallow landslides in Campos do Jordão municipality – Brazil: disentangling the anthropic effects from natural causes in the disaster of 2000. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, v. 18, p. 15-30.
- MENDONÇA, F.; BUFFON, E.; CASTELHANO, F.; SITEO, G. (2016) Resiliência socioambiental-espacial urbana a inundações: possibilidades e limites no bairro Cajuru em Curitiba (PR). *Revista da ANPEGE*, v.12, n. 19, p. 279-298
- MENDONÇA, M. B., SILVA, D. R. (2020) Integration of census data based vulnerability in landslide risk mapping - The case of Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brazil. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 101884.
- OPAS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. (2014) *Desastres Naturais e Saúde no Brasil*. Brasília, DF: OPAS, Ministério da Saúde. 49p.
- PEREIRA, V. C; BERTOLINO, A.V. F.A; KEDE, M. L. F. M; CORBO, A. R; BERTOLINO, L. C & FIALHO, E.S. (2021). Contribuições para a análise da dinâmica climatológica no município de São Gonçalo/RJ. 2008-2018. *Revista Tamoios*, São Gonçalo, v. 17, n. 2, p. 111-136.
- RIFFEL, S. E.; GUASSELLI, L. A.; BRESSANI, L. A. (2016) Desastres Associados a movimentos de massa: uma revisão de literatura. *Boletim Goiano de Geografia*, v.36, n. 2, p. 285-305.
- ROSA, D. P. (2019) Grandes periferias e a centralidade periférica: consumo, economia urbana e vida de relações. In: *Simpósio Nacional de Geografia Urbana*, 7., 2019, Espírito do Santo. Anais [...]. v. 1. p. 964-980.
- ROSA, D. P. (2010) São Gonçalo, Divisão do Trabalho na MetrÓpole e a Formação da Nova Periferia Metropolitana. *Revista Tamoios*, v. 6, n.1, p.19-33.
- SAITO, S. M.; DIAS, M. C. A.; RIBEIRO, D. F.; ALVALÁ, R. C. S.; SOUZA, D. B.; SANTANA, R. A. S. M.; SOUZA, P. A.; RIBEIRO, J. V. M.; STENNER, C. (2021) Disaster risk areas in Brazil: outcomes from an intra-urban scale analysis. *International Journal of Disaster*, v. 12, n. 2, p. 238-250.
- SANT'ANNA, A. A. (2018) Not So Natural: Unequal Effects of Public Policies on the Occurrence of Disasters. *Ecological Economics.*, v. 152(C), p. 273-281.
- SANTOS, M. G. A (2012) Biodiversidade da APA do Engenho Pequeno e Morro do Castro. In: SANTOS, M. G. (Org.). *Estudos Ambientais em regiões metropolitanas: o município de São Gonçalo*. Rio de Janeiro: EdUERJ, p. 59-97.
- SCHUTZER, J. G. (2012) *Cidade e meio ambiente: a apropriação do relevo no desenho ambiental urbano*. São Paulo: EDUSP. 327 p.
- SILVA, O. T. A. (2015) A região metropolitana do Rio de Janeiro na atualidade: recuperação econômica e reestruturação espacial. *Confins* [En ligne], v.25.
- SILVA, E. N. M.; SALGADO, C. M. (2013) Percepção ambiental de alunos do ensino básico de São Gonçalo (RJ) em relação às bacias hidrográficas. *Caminhos de Geografia*, v. 14, n. 48 p. 120–133.
- TÓRNIO, C. A. A.; KEDE, M. L. F. M. (2021) Os impactos das chuvas nos municípios de São Gonçalo (RJ) e Niterói (RJ) no decênio 2010-2019. In: *XIV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, 14., 2021, João Pessoa. Anais [...]. p.1995-2009.
- UNISDR, UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. (2009) *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf>. Acesso em 08 out. 2019.
- VIANA, J. N. L. (2019) *Rupturas e Continuidades. A produção do espaço e o processo de reestruturação: um olhar a partir de São Gonçalo, Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. 2019. 312 f. (Doutorado em Geografia Humana) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- WB. THE WORLD BANK. THE UNITED NATIONS. (2010) *Natural hazards, unnatural disasters: the economics of effective prevention*. Washington DC: WB/UN.