

# ANÁLISE ESPACIAL DOS FATORES ASSOCIADOS AOS RISCOS GEOLÓGICOS E MOVIMENTOS DE MASSA NA CIDADE DE JOINVILLE/SC

SPATIAL ANALYSIS OF FACTORS ASSOCIATED WITH GEOLOGICAL  
HAZARDS AND MASS MOVEMENTS IN THE CITY OF JOINVILLE/SC

Ciências Exatas e da Terra, Engenharias • 18/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/781820123](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/781820123)

Rurik Rodrigues<sup>1</sup>

Rodrigo Limana Salla<sup>2</sup>

Larissa Xavier de Oliveira<sup>3</sup>

Sara Regina Simplicio Costa<sup>4</sup>

Helena Paula Nierwinski<sup>5</sup>

## RESUMO

Os movimentos de massa representam um dos principais processos geológicos responsáveis por danos materiais, impactos ambientais e riscos à população em áreas urbanizadas. Em municípios com relevo acidentado e elevada ocupação de encostas, a identificação dos fatores associados à ocorrência desses eventos constitui uma ferramenta importante para o planejamento territorial e a gestão de riscos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar espacialmente os fatores relacionados aos riscos geológicos e aos movimentos de massa registrados no município de Joinville, Santa Catarina. Para isso, foram utilizados dados georreferenciados provenientes do Sistema Municipal de Informações Geográficas (SIMGeo), registros da Defesa Civil, informações pluviométricas da EPAGRI e ferramentas de geoprocessamento em ambiente QGIS. Foram analisados 62 registros de riscos geológicos, considerando aspectos relacionados à declividade, hidrografia, pedologia, uso e ocupação do solo e precipitação. Os resultados indicaram maior concentração de ocorrências em áreas de encosta, especialmente nos morros Boa Vista e Finder, associadas a elevadas declividades e à influência das condições pluviométricas locais. A análise espacial permitiu identificar padrões de distribuição dos eventos e os principais fatores condicionantes relacionados à instabilidade das encostas. Os resultados demonstram o potencial do geoprocessamento como ferramenta de apoio à gestão de riscos geológicos, contribuindo para o planejamento urbano e para a definição de ações preventivas por parte da Defesa Civil.

**Palavras-chave:** Movimentos de Massa; Riscos Geológicos; Geoprocessamento.

## ABSTRACT

Mass movements are among the main geological processes

responsible for material losses, environmental impacts, and risks to populations living in urban areas. In municipalities characterized by rugged terrain and intensive hillside occupation, identifying the factors associated with the occurrence of these events is essential for territorial planning and risk management. In this context, this study aimed to perform a spatial analysis of the factors associated with geological hazards and mass movements recorded in the municipality of Joinville, Santa Catarina State, Brazil. Georeferenced data from the Municipal Geographic Information System (SIMGeo), Civil Defense records, rainfall information provided by EPAGRI, and geoprocessing tools in a QGIS environment were used. A total of 62 geological hazard records were analyzed, considering factors related to slope gradient, hydrography, soil characteristics, land use and land cover, and precipitation. The results indicated a higher concentration of occurrences in hillside areas, particularly in the Boa Vista and Finder hills, associated with steep slopes and local rainfall conditions. The spatial analysis enabled the identification of event distribution patterns and the main conditioning factors related to slope instability. The findings highlight the potential of geoprocessing as a supporting tool for geological risk management, contributing to urban planning and the development of preventive actions by Civil Defense agencies.

**Keywords:** Mass Movements; Geological Hazards; Geoprocessing.

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da população e a urbanização dos espaços constituem fenômenos característicos da dinâmica territorial contemporânea. Entretanto, o crescimento acelerado e desordenado das cidades favorece a ocupação de áreas de risco, frequentemente associadas a condições inadequadas de segurança, estabilidade e infraestrutura

(Maricato, 2003; Tucci, 2008). No Brasil, a combinação da ocupação dessas áreas com a recorrência de movimentos de massa resulta em problemas que potencializam danos materiais, sociais e à vida humana.

Os movimentos de massa estão entre os principais processos responsáveis pela instabilidade de encostas em áreas urbanas e são condicionados por fatores como declividade, características geológicas e geotécnicas, cobertura vegetal, uso e ocupação do solo e precipitação. A interação desses fatores pode desencadear processos de ruptura e deslocamento de materiais, representando importante ameaça à população e à infraestrutura urbana (Fernandes e Amaral, 1996; Hungr, Leroueil e Picarelli, 2014). Nesse contexto, a compreensão dos fatores condicionantes torna-se fundamental para o planejamento territorial e para a gestão preventiva de riscos geológicos.

Entre os diversos desastres naturais registrados no Brasil, destacam-se os eventos ocorridos na região serrana do estado do Rio de Janeiro em 2011 e em Santa Catarina em 2008, ambos associados à ocorrência de chuvas intensas e movimentos de massa. Esses eventos resultaram em centenas de vítimas fatais, milhares de desabrigados e expressivos prejuízos econômicos e sociais, evidenciando a vulnerabilidade das áreas urbanas ocupadas em encostas e regiões suscetíveis a processos geodinâmicos (CPRM, 2018; CEPED UFSC, 2013).

De acordo com estudo realizado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2018), o município de Joinville, maior cidade do estado de Santa Catarina, contabilizava cerca de 116.736 pessoas vivendo em áreas suscetíveis a enchentes ou deslizamentos. Além disso, o

mapeamento realizado pelo órgão identificou, em 2013, aproximadamente 30 mil moradias expostas a ocorrências de desastres naturais.

No final do ano de 2020, o município voltou a registrar elevados volumes de precipitação, resultando em inúmeros deslizamentos e inundações. Em decorrência desses eventos, a Defesa Civil e a Prefeitura de Joinville decretaram situação de emergência, evidenciando novamente a vulnerabilidade de determinadas áreas urbanas frente aos eventos hidrológicos extremos. A ocupação de áreas de morrarias e os índices pluviométricos acima da média mensal foram apontados como fatores relevantes para a ocorrência desses processos, corroborando estudos que identificam a precipitação intensa e a ocupação inadequada de encostas como importantes condicionantes de movimentos de massa em áreas urbanas (Guidicini e Nieble, 1983; Camarinha, 2016).

Joinville apresenta um histórico significativo de ocorrências relacionadas a processos geológicos em sua área urbana. Questões associadas à ocupação inadequada do solo, à expansão urbana e às limitações dos instrumentos de planejamento territorial contribuem para o aumento da exposição da população a áreas de risco. Nesse contexto, o mapeamento, o monitoramento e o gerenciamento dessas áreas constituem ferramentas importantes para a prevenção e mitigação dos impactos causados por movimentos de massa, permitindo subsidiar ações de monitoramento, planejamento urbano e defesa civil (Brasil, 2012; Henrique, 2014).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo realizar uma análise espacial dos fatores associados aos riscos geológicos e aos movimentos de massa registrados na área urbana do município de

Joinville/SC. Para isso, foram utilizados dados disponibilizados pela Defesa Civil e ferramentas de geoprocessamento, buscando identificar padrões espaciais de ocorrência, fatores condicionantes e subsídios para o planejamento de ações preventivas e de gestão de riscos.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo apresenta os principais conceitos e fundamentos teóricos que embasam o desenvolvimento da pesquisa. São abordados temas relacionados aos movimentos de massa, áreas de risco, ocupação urbana e gestão de desastres, fornecendo o suporte conceitual necessário para a análise e interpretação dos resultados obtidos.

### **2.1. Movimentos de Massa**

De acordo com Souza *et al.* (2009), os movimentos de massa consistem em processos de deslocamento de solos, rochas ou vegetação induzidos predominantemente pela ação da gravidade. Por sua recorrência em áreas urbanizadas e pelos impactos associados à segurança da população e da infraestrutura, esses fenômenos têm sido amplamente estudados em diferentes países (Guidicini e Nieble, 1983).

No Brasil, fatores como a extensão territorial, as características climáticas, o relevo e a ocupação desordenada do solo contribuem para a ocorrência de movimentos de massa e para a ampliação dos danos decorrentes desses eventos (Fernandes e Amaral, 1996).

Os movimentos de massa podem ser classificados em diferentes categorias, destacando-se quedas, tombamentos, deslizamentos

rotacionais, deslizamentos translacionais, espalhamentos laterais e corridas de massa. Essas classificações diferem quanto ao mecanismo de ruptura, velocidade de deslocamento e condições de ocorrência (Souza *et al.*, 2009; Hung *et al.*, 2014).

A ocorrência desses processos depende da interação entre fatores naturais e antrópicos. Quando as forças atuantes ao longo da encosta superam as forças resistentes do maciço, podem ocorrer processos de instabilização. Aspectos relacionados à geologia, geomorfologia, condições climáticas, cobertura vegetal e uso do solo exercem influência direta sobre a suscetibilidade dos terrenos à ocorrência desses eventos.

## **2.2. Fatores Condicionantes dos Movimentos de Massa**

A estabilidade de encostas e taludes está diretamente relacionada às características geotécnicas dos materiais constituintes e às condições ambientais atuantes. Sua instabilidade pode ser desencadeada por diversos fatores, incluindo agentes de natureza geológica, geomorfológica, física e antrópica (Henrique, 2014).

Segundo Leroueil (2004), os fatores associados à ocorrência de movimentos de massa podem ser classificados em três grupos: fatores predisponentes ou preparatórios, fatores acionantes ou agravantes e fatores relevantes.

- Os fatores predisponentes ou preparatórios correspondem às condições iniciais do terreno e determinam o comportamento do talude diante da atuação de um fator acionante.
- Os fatores acionantes ou agravantes são aqueles que promovem alterações significativas nas condições de

estabilidade do talude, influenciando a ocorrência e a velocidade dos movimentos.

- Os fatores relevantes fornecem evidências da movimentação do talude, embora geralmente não participem diretamente do processo de instabilização.

Os fatores predisponentes ou preparatórios estão relacionados às características geológicas e geotécnicas do terreno, à sua morfologia, às condições físicas do meio e às intervenções antrópicas na área. Em contrapartida, os fatores acionantes ou agravantes estão associados principalmente a alterações morfológicas, processos físicos e ações antrópicas capazes de modificar o equilíbrio do talude (Leroueil, 2004).

De acordo com Camarinha (2016), entre os eventos físicos e meteorológicos que mais impactam o território brasileiro, a precipitação pluviométrica destaca-se como o fator de maior preocupação. Isso ocorre devido à sua rápida formação e deslocamento, além de sua capacidade de intensificar processos como inundações e movimentos de massa, considerados os principais responsáveis por perdas humanas associadas a desastres naturais no país.

### **2.3. Pedologia e Estabilidade de Encostas**

As características dos solos exercem papel fundamental na estabilidade das encostas e na suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa. Propriedades como granulometria, permeabilidade, plasticidade, estrutura e espessura dos horizontes influenciam diretamente a infiltração da água, a resistência ao

cisalhamento e o comportamento mecânico dos materiais submetidos à ação da gravidade.

Nesse contexto, a pedologia constitui importante ferramenta para a compreensão da distribuição espacial dos diferentes tipos de solo e de sua relação com os processos de instabilização. Solos com elevada capacidade de retenção de água ou baixa resistência mecânica podem apresentar maior predisposição à ocorrência de deslizamentos, especialmente quando associados a elevadas declividades e eventos pluviométricos intensos (Embrapa, 2006; Pereira *et al.*, 2019).

Dessa forma, a análise pedológica contribui para a identificação de áreas potencialmente suscetíveis a movimentos de massa, subsidiando ações de planejamento territorial e gestão de riscos geológicos.

#### **2.4. Gerenciamento de Riscos Geológicos**

Visando à redução dos impactos decorrentes de desastres naturais, a Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012, instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). A legislação estabelece as diretrizes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), promovendo a integração entre os entes federativos na gestão de riscos e desastres. Nesse contexto, cabe à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios desenvolver e executar ações de prevenção, mitigação, monitoramento e resposta, visando à redução da vulnerabilidade da população e dos danos causados por eventos adversos.

De acordo com o Artigo 8º da Lei nº 12.608/2012, compete aos municípios desempenhar papel fundamental na gestão de riscos e desastres, por meio da incorporação das ações de proteção e defesa civil ao planejamento municipal, da identificação e fiscalização de áreas de risco, da restrição à ocupação de áreas suscetíveis a desastres e da implementação de medidas preventivas e emergenciais. A legislação também atribui aos entes municipais a responsabilidade de informar a população sobre riscos existentes, sistemas de alerta e procedimentos de prevenção, além de realizar intervenções e evacuações sempre que necessário (Brasil, 2012).

Segundo Henrique (2014), a metodologia de hierarquização desenvolvida pelo Ministério das Cidades em conjunto com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e organizada em quatro graus de risco tem sido amplamente empregada no Brasil. A metodologia consiste em uma avaliação qualitativa fundamentada no levantamento e registro dos fatores condicionantes de instabilidade por meio de fichas cadastrais, permitindo a classificação das áreas avaliadas e a definição de prioridades para ações de monitoramento, mitigação e intervenção.

A classificação do risco é realizada por meio de quatro níveis hierárquicos, denominados R1, R2, R3 e R4, que representam, respectivamente, os graus de risco baixo, médio, alto e muito alto. Essa categorização considera a análise dos condicionantes geológico-geotécnicos, das evidências de instabilidade existentes e da vulnerabilidade dos elementos expostos. A partir dessa avaliação, torna-se possível identificar as áreas mais críticas e estabelecer prioridades para ações de monitoramento, mitigação e intervenção, contribuindo para o gerenciamento adequado do risco e para a

priorização de recursos destinados à prevenção e mitigação dos desastres (Brasil, 2007).

## **2.5. Medidas de Prevenção e Intervenção**

As ações de prevenção e mitigação constituem elementos fundamentais para a redução dos impactos associados aos movimentos de massa em áreas urbanas. Entre as principais medidas adotadas destacam-se os sistemas de monitoramento pluviométrico, os sistemas de alerta à população, o monitoramento instrumental de encostas e as ações de planejamento territorial voltadas ao controle da ocupação de áreas suscetíveis a desastres.

No Brasil, os órgãos de Defesa Civil utilizam diferentes mecanismos de monitoramento e alerta, incluindo sistemas de envio de mensagens, sirenes e protocolos de evacuação em áreas de risco. Essas ferramentas permitem a adoção de medidas preventivas em situações de elevada probabilidade de ocorrência de deslizamentos.

Além dos sistemas de alerta, a instrumentação geotécnica e o monitoramento contínuo das encostas possibilitam a identificação precoce de movimentações e alterações nas condições de estabilidade dos terrenos. Segundo Michaelsen (2011), essas técnicas fornecem subsídios importantes para a compreensão do comportamento dos maciços e para o desenvolvimento de estratégias de gerenciamento de riscos.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1. Áreas de Estudo**

O município de Joinville está localizado no litoral norte do estado de Santa Catarina, nas coordenadas aproximadas de longitude 48°50'38" W e latitude 26°18'05" S. O município possui área territorial de 1.127,96 km<sup>2</sup>, dos quais aproximadamente 212,52 km<sup>2</sup> correspondem ao perímetro urbano, área adotada como objeto deste estudo (Joinville, 2020).

De acordo com o Censo Demográfico de 2022, Joinville possui população de 616.317 habitantes, sendo estimada em 664.541 habitantes no ano de 2025 (IBGE, 2025). O município destaca-se como o mais populoso do estado de Santa Catarina e apresenta intensa dinâmica de expansão urbana.

Sob o ponto de vista geomorfológico, o município encontra-se inserido entre a Serra do Mar e a Planície Flúvio-Marinha, apresentando relevo acidentado nas porções oeste e noroeste e áreas de baixa altitude em direção à Baía da Babitonga. Essa configuração favorece a ocorrência de encostas suscetíveis a processos de instabilização, especialmente em áreas urbanizadas localizadas próximas às morrarias (Joinville, 2020).

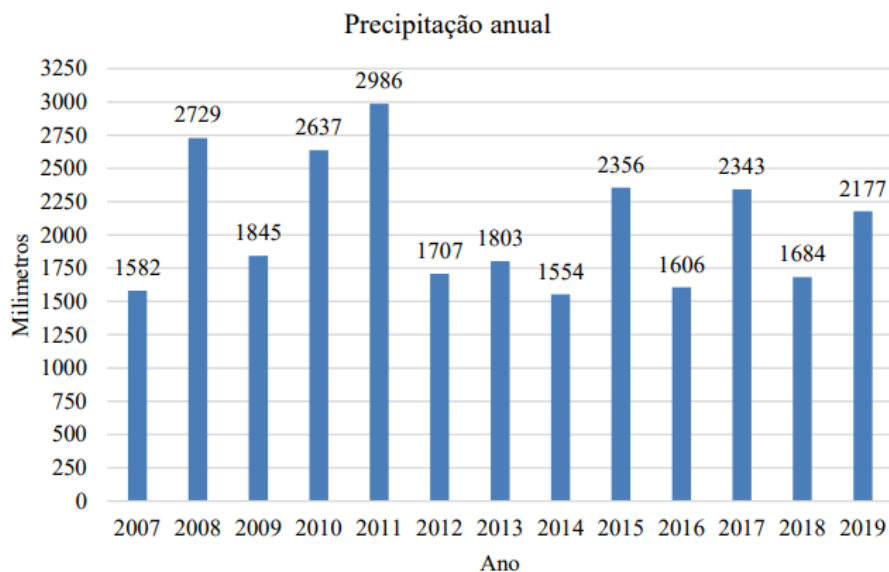
Quanto aos aspectos pedológicos, predominam argissolos amarelos, neossolos litólicos e cambissolos háplicos nas áreas de relevo mais elevado, enquanto nas regiões de planície predominam depósitos sedimentares associados a ambientes aluvionares e estuarinos (Joinville, 2020).

De acordo com a classificação climática de Köppen, Joinville apresenta clima subtropical úmido com verão quente (Cfa). A proximidade do Oceano Atlântico e da Serra do Mar favorece

elevados índices pluviométricos ao longo do ano, intensificados pelos processos de precipitação orográfica (Barbosa, 2009).

A Figura 1 apresenta a série histórica de precipitações utilizada para caracterização climática da área de estudo.

**Figura 1** - Série histórica das chuvas para Joinville



Fonte: Adaptado de ANA (2021).

### 3.2. Base de Dados

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos a partir de diferentes bases institucionais (Quadro 1). As informações cartográficas foram disponibilizadas pelo Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas de Joinville (SIMGeo), incluindo camadas vetoriais referentes à hidrografia, pedologia, litologia, curvas de nível, modelo digital do terreno, limites administrativos, malha fundiária e edificações.

Os dados pluviométricos foram obtidos junto ao Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de

Santa Catarina (CIRAM/EPAGRI), por meio da plataforma AgroConnect.

As informações referentes aos riscos geológicos foram fornecidas pela Defesa Civil do Município de Joinville, contemplando 62 registros georreferenciados de áreas classificadas como risco geológico até março de 2021. Para cada ocorrência estavam disponíveis informações relativas à declividade, condições da encosta, material predominante, drenagem, vegetação, evidências de movimentação, tipo de movimento e classificação do grau de risco.

#### **Quadro 1** - Base de dados utilizadas no estudo

| <b>Base de Dados</b>      | <b>Fonte</b>              | <b>Aplicação</b>                             |
|---------------------------|---------------------------|--|
| Riscos geológicos         | Defesa Civil de Joinville | Localização e caracterização das ocorrências |
| Hidrografia               | SIMGeo                    | Análise espacial                             |
| Pedologia                 | SIMGeo                    | Análise espacial                             |
| Litologia                 | SIMGeo                    | Análise espacial                             |
| Modelo Digital do Terreno | SIMGeo                    | Avaliação da declividade                     |
| Dados pluviométricos      | CIRAM/EPAGRI              | Caracterização climática                     |

**Fonte:** Autores (2026).

### **3.3. Procedimentos de Análise Espacial**

Inicialmente, os registros de riscos geológicos disponibilizados pela Defesa Civil foram organizados em planilha eletrônica e posteriormente importados para o software QGIS 2.14, permitindo a espacialização das ocorrências por meio de suas coordenadas geográficas.

Em seguida, foram realizados cruzamentos espaciais entre os pontos de risco e as camadas temáticas disponibilizadas pelo SIMGeo, incluindo informações referentes à pedologia, litologia, declividade e rede hidrográfica. Esses procedimentos possibilitaram a identificação dos principais fatores associados à ocorrência dos movimentos de massa registrados na área urbana do município.

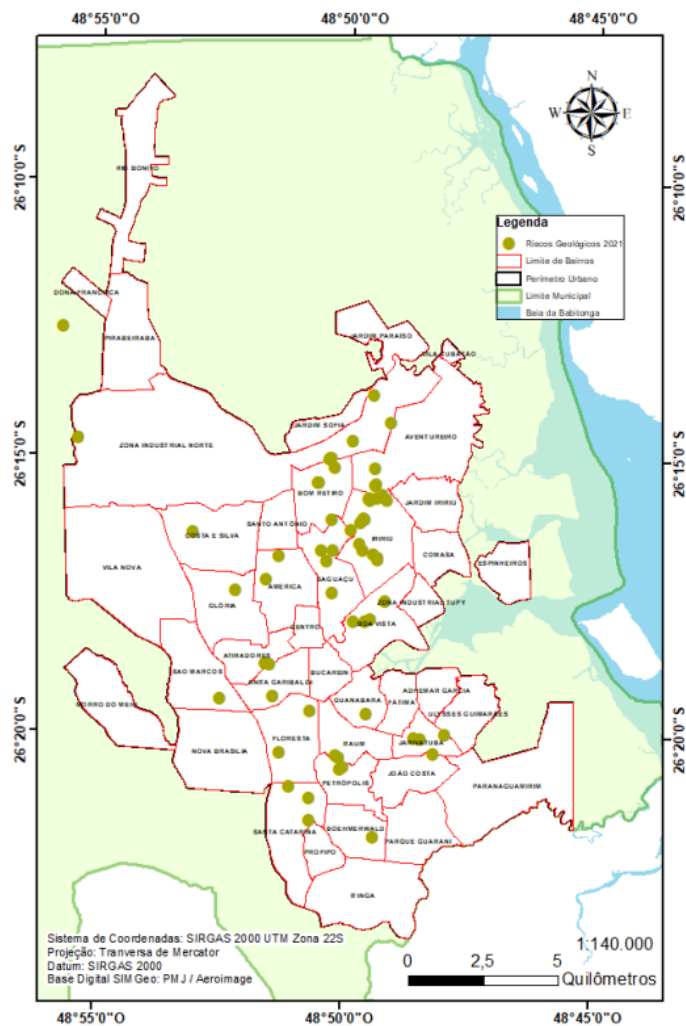
Além da elaboração de mapas temáticos, foram realizadas análises quantitativas das ocorrências em função das características ambientais observadas em cada localidade. Os resultados foram sintetizados por meio de tabelas, gráficos e produtos cartográficos, permitindo avaliar padrões espaciais de distribuição dos riscos geológicos e identificar os principais fatores condicionantes relacionados aos movimentos de massa em Joinville.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1. Distribuição Espacial dos Riscos Geológicos**

A Figura 2 apresenta a localização dos 62 riscos geológicos registrados pela Defesa Civil de Joinville no início de 2021 e que constituem a base de dados analisada neste estudo.

**Figura 2** - Mapa dos riscos geológicos registrados em 2021 na cidade de Joinville



Fonte: Adaptado de SIMGeo (2021).

Dos 62 riscos geológicos identificados, 61 encontram-se inseridos no perímetro urbano do município, justificando a adoção dessa área como foco principal das análises. Observa-se uma concentração expressiva de ocorrências nos bairros Boa Vista, Saguaiçu, Iririú, Aventureiro e Bom Retiro, regiões onde se localizam os morros Boa Vista e Finder. Apesar dessa concentração, verifica-se que os riscos geológicos se encontram distribuídos em diferentes setores da área urbana, evidenciando a abrangência do problema no município.

Quanto à classificação do grau de risco, foram registrados 12 pontos classificados como R1 (19,35%), 32 como R2 (51,61%), 17 como R3 (27,42%) e 1 como R4 (1,61%). Observa-se predominância de riscos moderados (R2), indicando a necessidade de monitoramento

contínuo e adoção de medidas preventivas em diversas áreas do município.

## 4.2. Influência da Litologia e da Pedologia

A análise litológica da área de estudo foi realizada a partir das informações disponibilizadas pela CPRM. Foram identificadas cinco unidades litológicas principais no perímetro urbano de Joinville, apresentadas no Quadro 2 e na Figura 3.

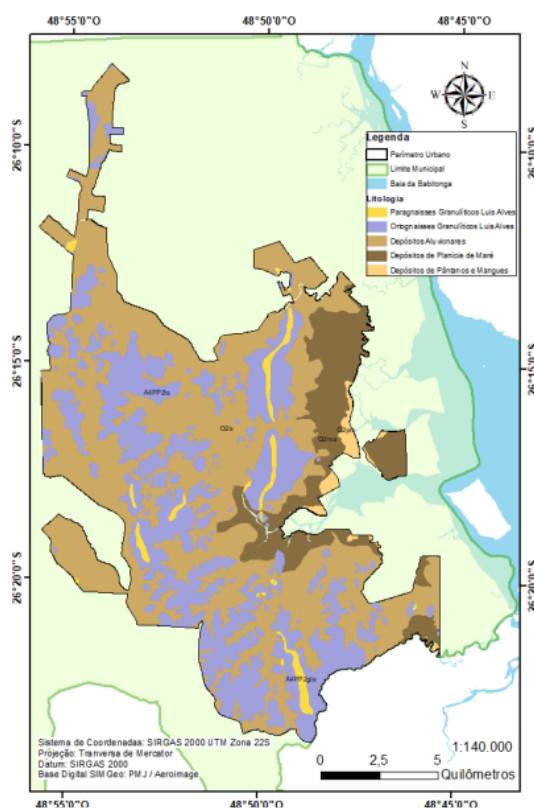
**Quadro 2** - Unidades litológicas

| <b>Unidade litológica</b>            | <b>Descrição</b>   | <b>Área (km<sup>2</sup>)</b> | <b>Percentual (%)</b> |
|--------------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Paragnaisses Granulíticos Luis Alves | Metassedimentos representados por lentes de quartzitos a fuchcita, formações ferríferas, gnaisses, kinzigíticos e calcissilicatados subordinados | 4,36                         | 2,06                  |
| Ortognaisses Granulíticos Luis Alves | Gnaisses enderbíticos, charnoenderbíticos e trondhjemitos com enclaves máficos de gabronoritos, piroxenitos e hornblenditos                      | 67,24                        | 31,72                 |
| Depósitos Aluvionares                | Areais grossas a finas, cascalheiras e sedimentos siltico-argilosos, em calhas de rios e planícies de inundação                                  | 144,3                        | 53,92                 |
| Depósitos de Planície de Maré        | Areias quartzosas e siltico-argilosas, mal selecionadas, cores cinza a creme, ricas em matéria orgânica, retrabalhadas pela ação das             | 23,73                        | 11,19                 |

|                                 |   |      |      |
|---------------------------------|---|------|------|
|                                 | marés acima do nível dos mangues atuais   |      |      |
| Depósitos de Pântanos e Mangues | Sedimentos argilo-arenosos, mal selecionados, ricos em matéria orgânica, depositados em ambientes sob influência de marés | 2,18 | 1,03 |

Fonte: Adaptado de CPRM (2026).

**Figura 3** - Mapa da área de estudo em relação à litologia

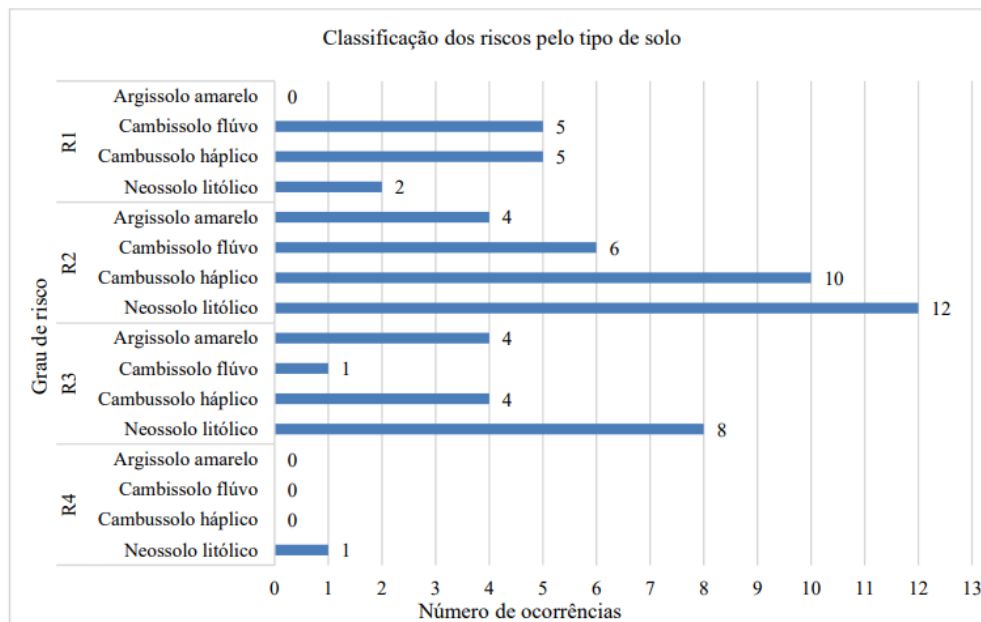


Fonte: Adaptado de SIMGeo (2021).

Observa-se predominância dos depósitos aluvionares, que ocupam aproximadamente 53,92% da área estudada. Esses depósitos são constituídos principalmente por sedimentos arenosos, siltsos e argilosos associados às planícies de inundação dos principais cursos d'água do município.

A partir do cruzamento entre os registros de riscos geológicos e o mapa pedológico, foi possível identificar a frequência das ocorrências em função dos diferentes tipos de solo conforme demonstrado na Figura 4.

**Figura 4** - Classificação dos riscos quanto ao tipo de solo



Os resultados indicam predominância de ocorrências em áreas ocupadas por Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos, que juntos representam 42 dos 62 riscos geológicos registrados, correspondendo a 67,74% do total. Os Neossolos Litólicos caracterizam-se pela reduzida espessura e proximidade com o substrato rochoso, enquanto os Cambissolos apresentam desenvolvimento pedogenético limitado, características que podem influenciar o comportamento geotécnico das encostas.

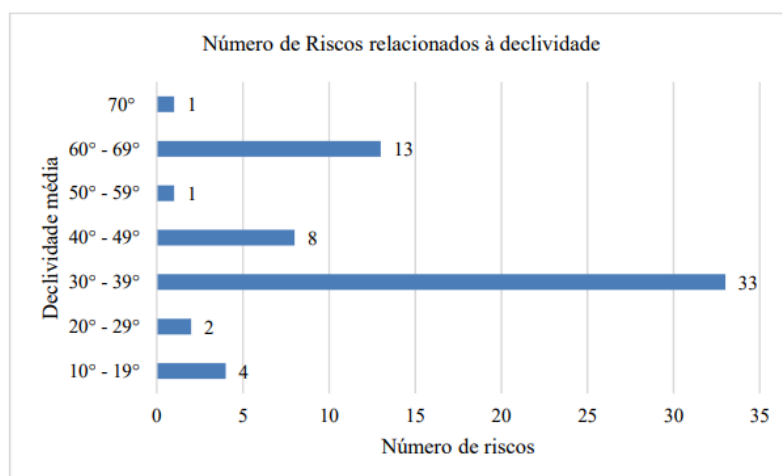
As ocorrências associadas aos Cambissolos Háplicos e Flúvicos totalizaram 19 e 12 registros, respectivamente. Já os Argissolos Amarelos apresentaram menor número de ocorrências, porém com predominância de riscos classificados como R3. A análise espacial indica que esses registros se encontram próximos às áreas de nascentes e drenagens naturais.

Os resultados demonstram que a distribuição dos riscos geológicos está associada não apenas às características dos solos, mas também à interação entre pedologia, relevo e condições hidrológicas locais.

### 4.3. Influência da Declividade

A Figura 5 apresenta a distribuição dos riscos geológicos em função da declividade média dos setores avaliados.

**Figura 5** - Número de riscos geológicos quanto à declividade média do setor



Observa-se que 33 dos 62 riscos geológicos registrados encontram-se em áreas com declividades entre 30° e 39°, representando 53,23% do total das ocorrências. Os bairros localizados na região dos morros Boa Vista e Finder concentram parcela significativa desses registros.

Dos 30 riscos identificados nesses bairros, 13 estão associados à faixa de declividade entre 30° e 39°, enquanto outros 16 encontram-se em áreas com declividades superiores a 40°. Esses resultados evidenciam a influência da declividade na ocorrência dos processos de instabilização observados.

Os resultados corroboram a literatura especializada, que aponta a declividade como um dos principais fatores condicionantes dos

movimentos de massa em áreas urbanas. O aumento da inclinação das encostas favorece a atuação das forças gravitacionais e reduz a estabilidade dos maciços, especialmente durante períodos de elevada precipitação (Fernandes e Amaral, 1996; Hungr *et al.*, 2014).

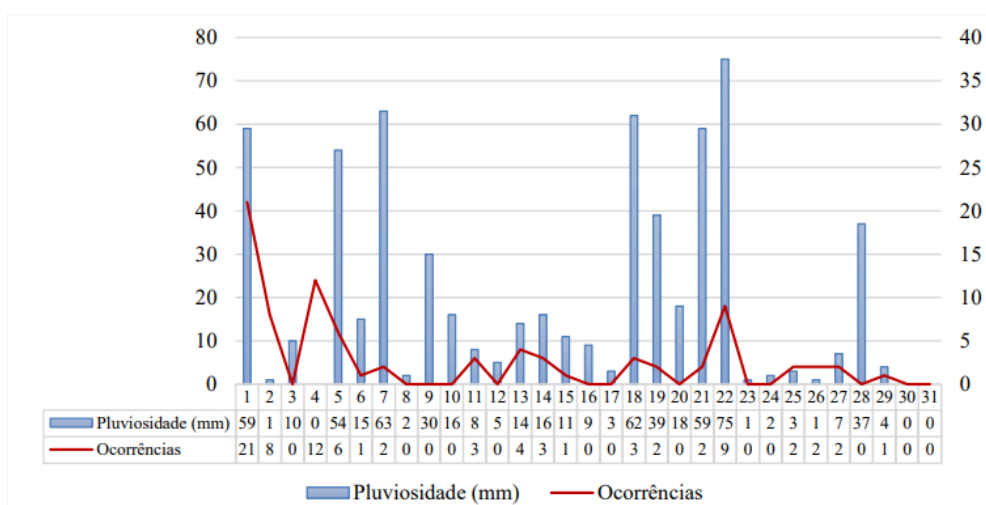
#### 4.4. Influência da Precipitação

A análise dos dados pluviométricos disponibilizados pela EPAGRI/CIRAM permitiu avaliar a influência das chuvas sobre os movimentos de massa registrados no município.

Entre janeiro e março de 2020 foram registrados acumulados de 110 mm, 280 mm e 90 mm, respectivamente. No mesmo período de 2021, os volumes registrados foram de 626,2 mm, 336,0 mm e 226,0 mm, representando aumentos de 469,27%, 20,00% e 151,11%, respectivamente.

Considerando o mês de janeiro de 2021, período mais crítico do evento analisado, a Figura 6 apresenta a relação entre a precipitação diária e as ocorrências registradas pela Defesa Civil.

**Figura 6** - Pluviosidade e número de vistorias realizadas pela Defesa Civil devido aos movimentos de massa



A análise dos registros indica a ocorrência de 84 movimentos de massa ao longo do mês, dos quais 50 foram registrados nos primeiros sete dias, correspondendo a aproximadamente 59,5% do total mensal. Observa-se forte concentração de ocorrências associada aos elevados índices pluviométricos registrados entre os dias 1 e 6 de janeiro.

Destaca-se ainda um segundo período de precipitações significativas entre os dias 18 e 22 de janeiro, coincidindo com o registro de 23 novas ocorrências. Mesmo considerando a possibilidade de atraso entre a ocorrência do evento e a realização da vistoria técnica, verifica-se uma relação consistente entre os episódios de precipitação intensa e o aumento no número de movimentos de massa registrados.

Os resultados reforçam a influência da precipitação como principal fator deflagrador dos movimentos de massa observados no município, evidenciando a importância do monitoramento hidrometeorológico para a gestão preventiva dos riscos geológicos.

#### **4.5. Influência das Condições de Drenagem**

A avaliação das condições de drenagem superficial revelou que 31 dos 62 pontos analisados não possuíam qualquer dispositivo destinado ao direcionamento das águas superficiais. Outros 28 apresentavam sistemas de drenagem em condições precárias de conservação, enquanto apenas 3 pontos apresentaram drenagem considerada satisfatória.

Entre os locais com drenagem adequada, dois foram classificados como R1 e um como R2. Em contrapartida, a maioria dos riscos

classificados como R2 e R3 estava associada à ausência ou deficiência dos sistemas de drenagem.

Esses resultados demonstram que a drenagem superficial exerce papel fundamental na estabilidade das encostas. A ausência de dispositivos adequados favorece a concentração e infiltração da água no terreno, aumentando a ocorrência de processos erosivos e reduzindo a resistência dos materiais, fatores que contribuem para a ocorrência de movimentos de massa.

#### **4.6. Vulnerabilidade das Edificações e da População**

De acordo com o banco de dados do SIMGeo, observa-se uma elevada concentração de ocupações urbanas nas áreas de morraria dos bairros Boa Vista, Saguacu, Iririú, Aventureiro e Bom Retiro. Nesses locais estão localizados 30 dos 62 riscos geológicos mapeados em Joinville, correspondendo a 48,38% do total. Com o auxílio da ferramenta *buffer* do QGIS, foi possível estimar a quantidade de edificações no entorno dos pontos de risco, permitindo uma melhor avaliação das características de ocupação e da vulnerabilidade das áreas analisadas.

Com base nessa análise, foi adotado um raio de abrangência de 50 metros ao redor de cada ponto de risco para estimar o número de edificações potencialmente vulneráveis. Embora esse critério não represente diretamente a área de influência do risco, ele permite uma avaliação preliminar da vulnerabilidade local. Considerando os 30 riscos localizados nos bairros analisados, foram identificadas 462 edificações dentro dessa faixa de influência. Admitindo-se uma média de três habitantes por residência, estima-se uma população vulnerável de aproximadamente 1.386 pessoas.

Ao aplicar o mesmo procedimento aos 62 riscos geológicos mapeados em Joinville, o número de edificações potencialmente afetadas aumenta para 854, correspondendo a uma população estimada de 2.562 habitantes. Ressalta-se que esses valores podem estar subestimados, uma vez que o cadastro municipal pode não contemplar edificações irregulares existentes na área urbana.

A estimativa da população potencialmente exposta evidencia a relevância social dos riscos geológicos identificados no município. Embora os valores obtidos representem aproximações simplificadas, os resultados demonstram que um número expressivo de pessoas pode estar sujeito aos efeitos dos movimentos de massa, reforçando a necessidade de ações preventivas e de planejamento territorial.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo realizou uma análise espacial dos fatores associados aos riscos geológicos e aos movimentos de massa registrados na área urbana do município de Joinville/SC, utilizando informações disponibilizadas pela Defesa Civil, bases cartográficas do SIMGeo e dados pluviométricos da EPAGRI. A integração dessas informações por meio de ferramentas de geoprocessamento permitiu identificar padrões espaciais relevantes e compreender a influência dos principais fatores condicionantes relacionados à ocorrência dos processos de instabilização.

Os resultados demonstraram que os riscos geológicos apresentam distribuição espacial associada principalmente às áreas de morraria do município, com destaque para os bairros Boa Vista, Saguazu, Iririú, Aventureiro e Bom Retiro, que concentraram aproximadamente metade das ocorrências analisadas. Nessas

regiões, a combinação entre elevadas declividades, características pedológicas específicas e ocupação urbana contribui para o aumento da suscetibilidade aos movimentos de massa.

A análise da pedologia evidenciou a predominância de Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos nas áreas com maior concentração de ocorrências. Além disso, verificou-se que mais da metade dos riscos geológicos registrados encontra-se em setores com declividades entre 30° e 39°, reforçando a importância do relevo como fator condicionante da instabilidade das encostas.

Os resultados também demonstraram forte influência das condições pluviométricas sobre a ocorrência dos movimentos de massa. Os elevados volumes de precipitação registrados no início de 2021 coincidiram com o aumento expressivo das ocorrências e das vistorias realizadas pela Defesa Civil, evidenciando o papel da chuva como principal fator deflagrador dos eventos observados. Paralelamente, constatou-se que a maior parte dos pontos analisados apresentava condições inadequadas de drenagem superficial, fator que contribui para o aumento da infiltração de água no terreno e para a redução da estabilidade dos maciços.

A análise da vulnerabilidade das áreas estudadas permitiu estimar que um número expressivo de edificações e habitantes se encontra potencialmente exposto aos riscos geológicos identificados. Esse resultado reforça a relevância do monitoramento contínuo dessas áreas e da incorporação das informações de risco nos instrumentos de planejamento urbano e gestão territorial do município.

Embora algumas análises tenham sido limitadas por inconsistências e lacunas presentes nos registros históricos disponibilizados, os

resultados obtidos demonstraram o potencial das técnicas de geoprocessamento como ferramenta de apoio à identificação, monitoramento e gerenciamento de riscos geológicos em áreas urbanas.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros incorporem séries históricas mais extensas de precipitação e ocorrências, bem como análises geotécnicas detalhadas das encostas e modelagens de suscetibilidade, permitindo aprimorar a compreensão dos processos de instabilização e subsidiar ações preventivas mais eficazes por parte dos órgãos de planejamento e Defesa Civil.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BARBOSA, A. Programa de Pós-Graduação em Geografia. **Estudos preliminares sobre o Campo térmico de Joinville.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. 87 p.

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.** Brasília: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT, 2007.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. **Institui a Política Nacional de Proteção de Defesa Civil.** Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm). Acesso em: 15 de abr. de 2021.

CAMARINHA, P. I. M. **Vulnerabilidade aos desastres naturais decorrentes de Deslizamentos de terra em cenários de mudanças**

**climáticas na porção paulista da Serra do Mar.** Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre, Instituto Nacional de Pesquisas Especiais, São José dos Campos, 2016. 276 p.

CPRM. **Mapa Geodiversidade do Estado de Santa Catarina.** Brasil: [Rio de Janeiro], 2010. Mapa, color., 242 cm x 90 cm. Escala: 1:500.000.

EPAGRI. **AgroConnect.** Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/>. Acesso em: 15 mar. 2021

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006; 306p.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. **Movimentos de massa: uma abordagem geológica**

**Geomorfológica.** GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Organizadores). Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996.

GUIDICINI, G; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação.** São Paulo: Edgard Blücher, 1983.

HENRIQUE, H. M. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. **Mapa de Risco a deslizamento e erosão do bairro de Rurópolis, município do Ipojuca-PE** / Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências. Recife, 2014. 160 p.

HUNGR, O.; LEROUEIL, S.; Picarelli, L. The Varnes classification of landslide types, an update. **Landslides** 11, 167–194 (2014).

<https://doi.org/10.1007/s10346-013-0436-y>

IBGE, 2020. **Cidades e Estados: Joinville.** Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/cidades e-estados/sc/joinville.html](https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/joinville.html) Acesso: 10 mar. 2021

JOINVILLE, 2020. **Cidade em Dados 2020.** Disponível <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/Joinville-Cidade-em-Dados-2020-Gest%C3%A3o-Institucional-30062020.pdf> Acesso em: 10 mar. 2021

LEROUEIL, S. **Geotechnics of Slopes Before Failure.** In: IX International Symposium on Landslides”. Rio de Janeiro. 2004, Anais. vol.2, p. 863-884.

MARICATO, E. Metr pole, Legisla o e Desigualdade. Estudos Avançados, v. 17, n. 48, p. 151-166, 2003.

MICHAELSEN, F. M. **Riscos Geotécnicos em Dutos: Instrumenta o para monitoramento de oleodutos e gasodutos em encostas instáveis.** TCC – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011. 89 p.

PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; PINHEIRO JUNIOR, C. R.; PINTO, L. A. S. R.; SILVA NETO, E. C.; FONTANA, A. **Forma o e caracteriza o de solos.** Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. cap. 1, p. 1-20.

SOUZA, C. R. de G. et al. **Desastres naturais:** conhecer para prevenir. 1<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 p.

TUCCI, C. E. M. Urbaniza o e Recursos Hídricos. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (Org.).  guas do Brasil:

análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008. p. 113–132.

---

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia Civil de Infraestrutura pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Campus Joinville, Santa Catarina.

E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina –

UDESC, Campus Joinville, Santa Catarina. E-mail: [acesse o artigo](#)

[original para visualizar o e-mail](#)

<sup>3</sup> Mestranda em Engenharia Civil pelo programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina –

UDESC, Joinville, Santa Catarina, Brasil. E-mail: [acesse o artigo](#)

[original para visualizar o e-mail](#)

<sup>4</sup> Mestranda em Engenharia Civil pelo programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina –

UDESC, Joinville, Santa Catarina, Brasil. E-mail: [acesse o artigo](#)

[original para visualizar o e-mail](#)

<sup>5</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa

Catarina – UDESC, Campus Joinville-SC. E-mail: [acesse o artigo](#)

[original para visualizar o e-mail](#)