

# **GESTÃO DE RISCOS EM ENCOSTAS URBANAS: ESTUDO DE CASO EM JARDIM MONTE VERDE COM MODELAGEM MATEMÁTICA E GEOTECNOLOGIAS**

Edwilson Medeiros dos Santos <sup>1</sup>  
Victor Palacio De Oliveira <sup>2</sup>  
Rafaella Carine Alves Dantas <sup>3</sup>

## **INTRODUÇÃO**

O Brasil, assim como outros países em desenvolvimento, enfrenta um processo marcante de urbanização não planejada. Nesse contexto, áreas consideradas de risco, como encostas íngremes, planícies de inundação e fundos de vale, frequentemente são ocupadas pelas populações de menor poder aquisitivo. Uma das principais consequências desse processo é a ocorrência de movimentos de massa, que vitimam principalmente as populações mais vulneráveis.

Esses processos são amplamente estudados tanto pela sua influência na evolução das formas de relevo quanto pelas perdas sociais e econômicas que causam à sociedade. A deflagração desses movimentos é influenciada por uma série de fatores condicionantes naturais, muitas vezes de caráter cíclico, originados na formação da própria rocha e na sua história geológica e geomorfológica (movimentos tectônicos, intemperismo, erosão, forma da encosta, entre outros), além de condicionantes antrópicos (FERNANDES; AMARAL, 1998; AUGUSTO FILHO; VIRGÍLI, 1998; CUNHA; GUERRA, 2008; LISTO, 2011; GUZZETTI *et al.*, 2012; ARISTIZÁBAL; GARCÍA; MARTÍNEZ, 2015).

Com o aumento da intensidade das chuvas em um cenário de mudanças climáticas, os incidentes de movimentos de massa em áreas densamente ocupadas estão se tornando mais frequentes. Entre os dias 28 e 31 de maio de 2022, o Estado de Pernambuco enfrentou um volume significativo de precipitação, desencadeado por um fenômeno conhecido como Distúrbios Ondulatórios de Leste, afetando várias regiões do leste

---

<sup>1</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEO da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, [edwilsonm.santos@gmail.com](mailto:edwilsonm.santos@gmail.com);

<sup>2</sup> Gerente Geral de Obras da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação - SEDUH/PE, [victor.palacio@seduh.pe.gov.br](mailto:victor.palacio@seduh.pe.gov.br);

<sup>3</sup> Superintendente de Contratos de Repasses da da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação - SEDUH/PE, [rafaella.dantas@seduh.pe.gov.br](mailto:rafaella.dantas@seduh.pe.gov.br);

pernambucano e resultando em um desastre que causou graves danos econômicos, além do trágico saldo de 130 vítimas fatais (MARENCO *et al.*, 2023).

A situação levou o governo estadual a decretar estado de emergência em 14 municípios, incluindo Jaboatão dos Guararapes, onde o volume mensal de chuvas atingiu 731 mm, aproximadamente 236% acima da média esperada para o mês (APAC, 2022). As intensas chuvas afetaram várias localidades, entre elas Jardim Monte Verde (JMV) (figura 1), onde ocorreu a maioria das vítimas fatais, resultando na trágica perda de 43 vidas, incluindo 17 pessoas de uma única rua (HENRIQUE, 2024).



Figura 1: Registro de escorregamento ocorrido em Jardim Monte Verde, Jaboatão dos Guararapes/PE.

Fonte: CBN RECIFE, 2022

Acontecimentos trágicos como este poderiam ser evitados ou mitigados com a identificação prévia de áreas suscetíveis a escorregamentos. Nesse contexto, o uso de modelos matemáticos pode auxiliar na minimização dos impactos sobre a população, fornecendo subsídios para a implementação de projetos e políticas voltadas à gestão de risco. Esses modelos permitem a previsão de áreas sujeitas a movimentos de massa, sendo considerados recursos altamente práticos, simples e de custo moderado (LISTO *et al.*, 2022).

Entre os modelos atualmente utilizados para analisar a estabilidade de encostas, destaca-se o modelo SHALSTAB (*Shallow Slope Stability Model*), desenvolvido por Montgomery e Dietrich (1994) e posteriormente automatizado para uso em Sistema de Informação Geográfica (SIG) por Dietrich e Montgomery (1998), especificamente para a

previsão de escorregamentos translacionais rasos. O SHALSTAB é um modelo matemático determinístico, de estado estacionário, que permite ao usuário incorporar as propriedades físicas do solo (coesão, ângulo de atrito, espessura, massa específica, entre outras) e parâmetros topográficos (declividade e área de contribuição) (LISTO, 2011; FARIA, 2013; MICHEL, 2013; SBROGLIA *et al.*, 2017). A automatização do modelo possibilita o cálculo do grau de suscetibilidade à ocorrência de escorregamentos para cada pixel de um grid (GUIMARÃES *et al.*, 2003; SBROGLIA *et al.*, 2017).

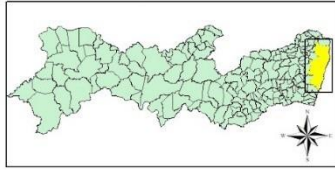
Após a tragédia que atingiu a comunidade de JMV, o governo estadual implementou diversas medidas tanto estruturais quanto não estruturais com o objetivo de prevenir futuros desastres na região. Entre essas iniciativas, destacam-se obras de reurbanização e construção de contenções de encostas nas áreas afetadas pelo desastre. Adotando um novo paradigma de inovação, a Secretaria Estadual de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH) introduziu uma série de medidas inovadoras para aprimorar o gerenciamento de vários projetos, incluindo ações direcionadas à redução do risco de escorregamentos. Baseado nesse contexto, este artigo utilizou modelagem matemática combinada com SIG para avaliar a eficiência das medidas tomadas pelo governo estadual na gestão de riscos na comunidade de JMV.

### **Área de estudo**

Com base nas ações tomadas pela administração pública após os escorregamentos ocorridos em maio de 2022, foi analisada uma das áreas onde estão previstas obras para a redução do risco de novos escorregamentos. Essa área corresponde a uma sub-bacia do rio Jaboatão, com uma extensão total de 0,31 km<sup>2</sup>. (figura 2).

Situada entre os municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes, JMV caracteriza-se como mais uma localidade da Região Metropolitana do Recife (RMR) que tem parte de sua população carente de infraestrutura básica como pavimentação de ruas e esgotamento sanitário (figura 3). A situação dessa população é agravada devido a um imbróglcio entre as duas prefeituras, o qual dificulta o acesso a benefícios, como auxílio moradia, por parte de algumas famílias (CBN RECIFE, 2022). Durante os períodos chuvosos, a situação se agrava ainda mais, uma vez que a comunidade se expandiu sem qualquer planejamento urbano, em terrenos cuja ocupação deveria ser restrita devido à topografia acidentada.

PERNAMBUCO



REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE



**LEGENDA**

- Área de Estudo
- Municípios
- Região Metropolitana do Recife

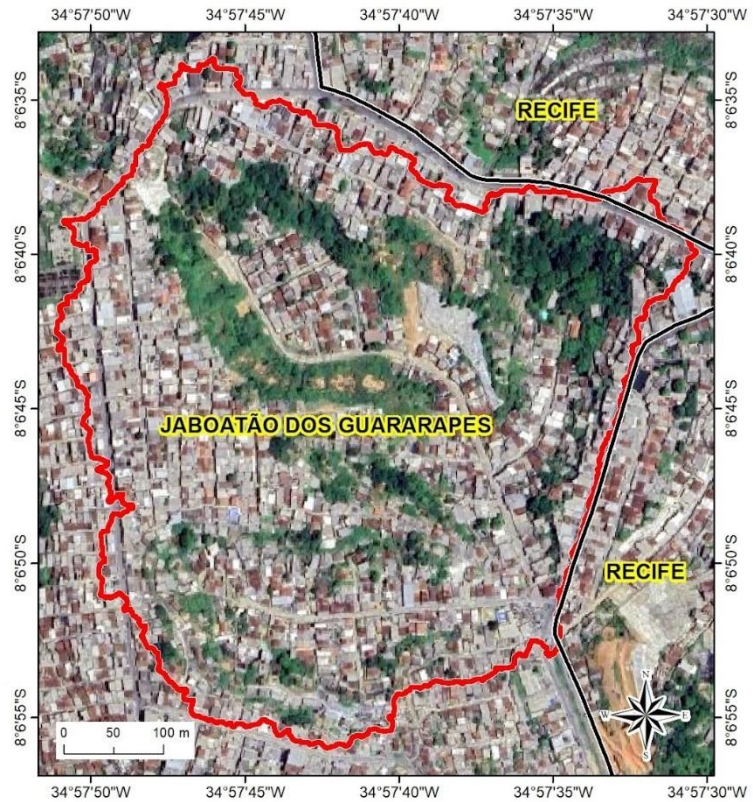


Figura 2: Área de estudo

Fonte: Adaptado de Pernambuco (2016) e IBGE (2022)



Figura 3: Ocupações em área de encosta em JMV

Fonte: Registro dos autores (julho/2024)

Passada a tragédia que assolou a comunidade de JMV, o governo estadual projetou uma série de medidas com o objetivo de reduzir o risco de novos escorregamentos no local. Para isso foram previstos investimentos de cerca de R\$ 80 milhões provenientes das esferas estadual e federal, destinados a uma variedade de serviços, incluindo a desapropriação de imóveis, obras de drenagem, de estabilização de encostas e reurbanização (HENRIQUE, 2024).

De acordo com levantamentos da *International Charter Space and Major Disasters* (2022), ocorreram 25 escorregamentos em JMV. A maioria das cicatrizes deixadas por eles estavam localizadas em terrenos com solos provenientes de sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras. Os maciços sedimentares dessa formação configuram-se como aquíferos não confinados que desempenham um papel significativo no comportamento hidrogeológico e na estabilidade das encostas (ANDRADE *et al.*, 2023). Ainda segundo os autores, os efeitos da oscilação da zona saturada profunda e a formação de aquíferos temporários em camadas mais superficiais, associados às chuvas, criam cenários favoráveis para a ocorrência de escorregamentos, agravados pelas intervenções humanas decorrentes da intensa urbanização.

## **MATERIAIS MÉTODOS**

A metodologia seguida para elaboração da presente pesquisa, primeiramente envolveu a delimitação da bacia na qual estava inserida a área de estudo. Tal procedimento foi necessário para a correta determinação da declividade do terreno e da sua área de acumulação. Todo processo foi baseado em um modelo digital do terreno (MDT), com resolução espacial de 1 metro, fornecido pelo projeto Pernambuco Tridimensional (PERNAMBUCO, 2016). Esse procedimento utilizou o software SAGA GIS, onde foram gerados os dados do tipo raster de declividade (*Geoprocessing > terrain analysis > morphometry > slope, aspect, curvature*) e área de acumulação (*Geoprocessing > hidrology > flow accumulation > flow accumulation (top-down)*). Tais dados são utilizados como dados de entrada do modelo.

O modelo SHALSTAB calcula os valores críticos de recarga de águas subterrâneas pouco profundas (mm/dia) em células de um dado raster como medida da estabilidade relativa de taludes pouco profundos, combinando um modelo hidrológico em estado estacionário para prever pressões de águas subterrâneas com um modelo de estabilidade de taludes infinitos (GÜNTHER, 2012) (Equação 1). A modelagem envolve

necessariamente dados de entrada, além da declividade (em radianos) e área de captação (em m<sup>2</sup>), informações sobre a densidade do material (g/cm<sup>3</sup>), o ângulo de atrito do material (°), a condutividade hidráulica do material (m/h), a coesão aparente (MPa) e a profundidade do solo (m), que podem ser especificadas globalmente ou por meio da adição de mais dados raster. Como resultado é fornecido um raster CR contínuo (mm/dia), e opcionalmente, pode ser produzido um raster classificado representando sete classes de estabilidade de acordo com a chuva crítica: incondicionalmente estável, Incondicionalmente estável e não saturado (>400 mm/dia), Estável e não saturado (200-400 mm/dia), Instável e não saturado (100-200 mm/dia), Instável e saturado (50-100 mm/dia), Incondicionalmente instável e não saturado (0-50 mm/dia) e incondicionalmente instável (DIETRICH; MONTGOMERY, 1998; GÜNTHER, 2012). Os elementos incondicionalmente instáveis são aqueles que se prevê que sejam instáveis mesmo quando secos, enquanto os elementos incondicionalmente estáveis são os que se prevê que sejam estáveis mesmo quando saturados (MONTGOMERY; DIETRICH, 1994).

$$\log \frac{Q}{T} = \left( \frac{\text{sen } \theta}{a/b} \left( \frac{C'}{\rho_w g z \cos^2 \theta \tan \phi} + \frac{\rho_s}{\rho_w} \left( 1 - \frac{\tan \theta}{\tan \phi} \right) \right) \right)$$

sendo:  $Q$  = chuva crítica necessária para a ruptura [mm];  $T$  = transmissividade do solo [m<sup>2</sup>/dia];  $a$  = área de contribuição [m<sup>2</sup>];  $b$  = comprimento do contorno da célula [m];  $C'$  = coesão do solo [Pa];  $\theta$  = ângulo da encosta [°];  $\rho_w$  = densidade da água [kN/m<sup>3</sup>];  $\rho_s$  = densidade do solo [kN/m<sup>3</sup>];  $g$  = gravidade [m/s<sup>2</sup>];  $z$  = espessura do solo; e  $\phi$  = ângulo de atrito interno [°].

O modelo SHALSTAB foi executado utilizando o software SAGA GIS (*Geoprocessing > terrain analysis > Slope stability > SHALSTAB*). Foram considerados parâmetros geotécnicos ( $C'$ ,  $\rho_s$ ,  $\phi$ ,  $z$ ) e hidrológicos (condutividade hidráulica saturada), os quais foram variáveis e uniformemente distribuídos por toda a área de estudo (Tabela 1). Esses parâmetros foram obtidos em colaboração com as empresas contratadas para elaboração do projeto de engenharia.

O desempenho do modelo foi avaliado utilizando o inventário das cicatrizes dos escorregamentos ocorridos em maio de 2022. Tal inventário foi elaborado com base em imagens aéreas capturadas em novembro de 2022 por um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) e levantamentos da International Charter Space and Major Disasters (2022). A partir deste inventário, foi calculada a área sob a curva ROC (*Receiver Operating*

*Characteristic*). Nesta fase, foram selecionados aleatoriamente 150 pontos distribuídos ao longo da área de estudo. A partir dessa amostra, verificou-se a ocorrência de Verdadeiros Positivos (VP): Pontos localizados em cicatrizes que coincidem com áreas mais suscetíveis a escorregamentos; Falsos Positivos (FP): Pontos situados em cicatrizes que se sobrepõem a regiões menos suscetíveis a escorregamentos; Verdadeiros Negativos (VN): Pontos considerados estáveis em locais onde não foram registrados escorregamentos; Falsos Negativos (FN): Pontos que indicam áreas estáveis, mas onde foram registrados escorregamentos. Baseado nesses dados é calculada a Área sob a curva ROC (AUC), apresentada na forma de gráfico, onde o eixo Y (Sensibilidade) é a proporção de sinais identificados corretamente, e no eixo X (Especificidade) com a proporção de atribuições incorretas (SAP, 2024).

Tabela 1: Parâmetros utilizados na modelagem

Parâmetros	Unidade	Valor
Coesão do solo	kpa	13,7
Peso específico do solo	tf/m <sup>3</sup>	1,8
Ângulo de atrito	grau	30
Profundidade	m	1
Condutividade hidráulica	m/s	0,03351

Fonte: SEDUH-PE

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Compreendendo o desastre como um fenômeno social (Natenzon; Besalú Parkinson, 2021), moldado e agravado ao longo do tempo por uma série de fatores socioeconômicos e ambientais, o trágico cenário enfrentado pela comunidade de JMV em maio de 2022 foi resultado de uma combinação de fatores que incluíam vulnerabilidades pré-existentes, condições climáticas adversas e a falta de infraestruturas adequadas. A área de estudo foi duramente impactada, com 52% dos registros de escorregamentos ocorridos na comunidade de JMV (The International Charter Space and Major Disasters, 2022). Registros de imagens áreas demonstraram que aproximadamente 30 imóveis foram totalmente ou parcialmente destruídos, exigindo a remoção das famílias ocupantes.

Um dos fatores cruciais para a gravidade da situação foi a inclinação das encostas onde ocorreram os escorregamentos. Todas as cicatrizes deixadas pelos escorregamentos encontravam-se em áreas com declividade superior a 30%. Destaca-se que apesar da Lei Federal nº 6.766/79, que proíbe o parcelamento do solo para fins urbanos em terrenos com essas características, há diversas construções erguidas diretamente nas encostas, no topo ou na base, agravando o risco de novos desastres.

A análise de suscetibilidade por meio do modelo SHALSTAB revelou que 17,46% da área de estudo foi classificada nas categorias mais suscetíveis a escorregamentos: incondicionalmente instável, incondicionalmente instável e não saturado, e instável e saturado (Figura 4). Essas categorias concentraram a maioria das cicatrizes dos escorregamentos ocorridos em maio de 2022, demonstrando a alta precisão preditiva do mapa de suscetibilidade, com uma avaliação AUC de 0,917, considerada excelente para este tipo de análise (Figura 5).

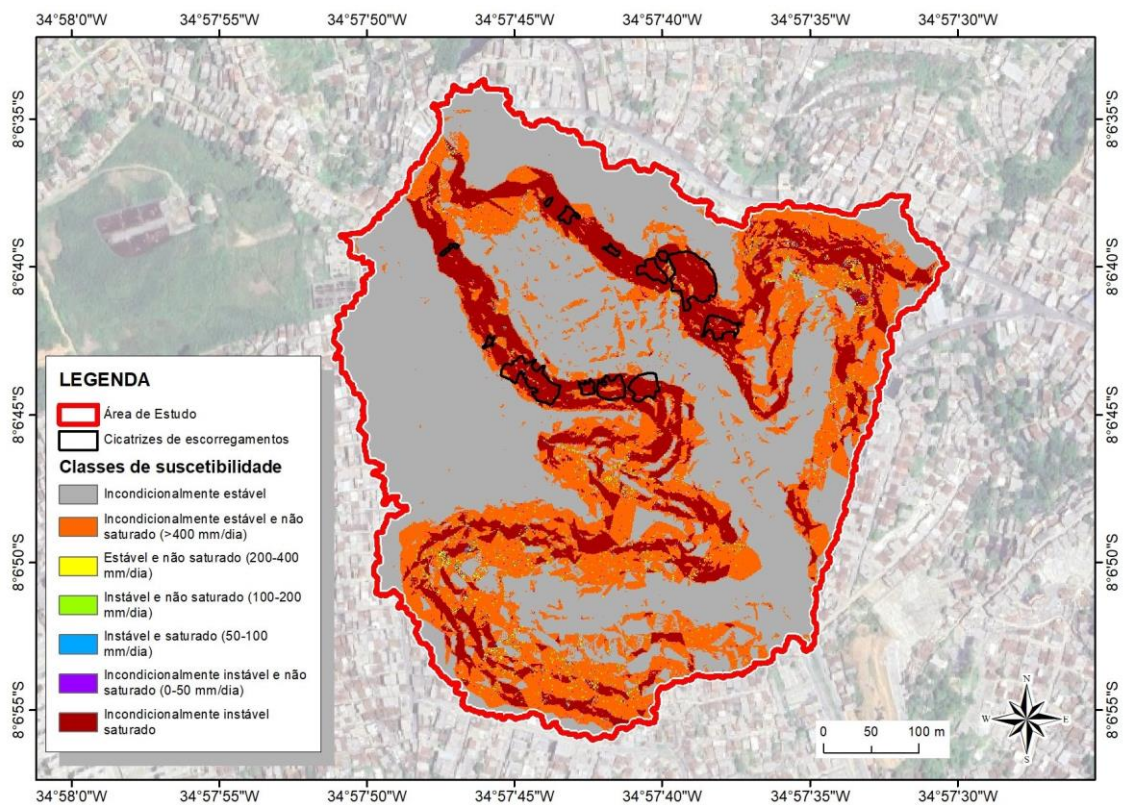


Figura 4: Mapa de suscetibilidade

Fonte: Elaborado pelos autores



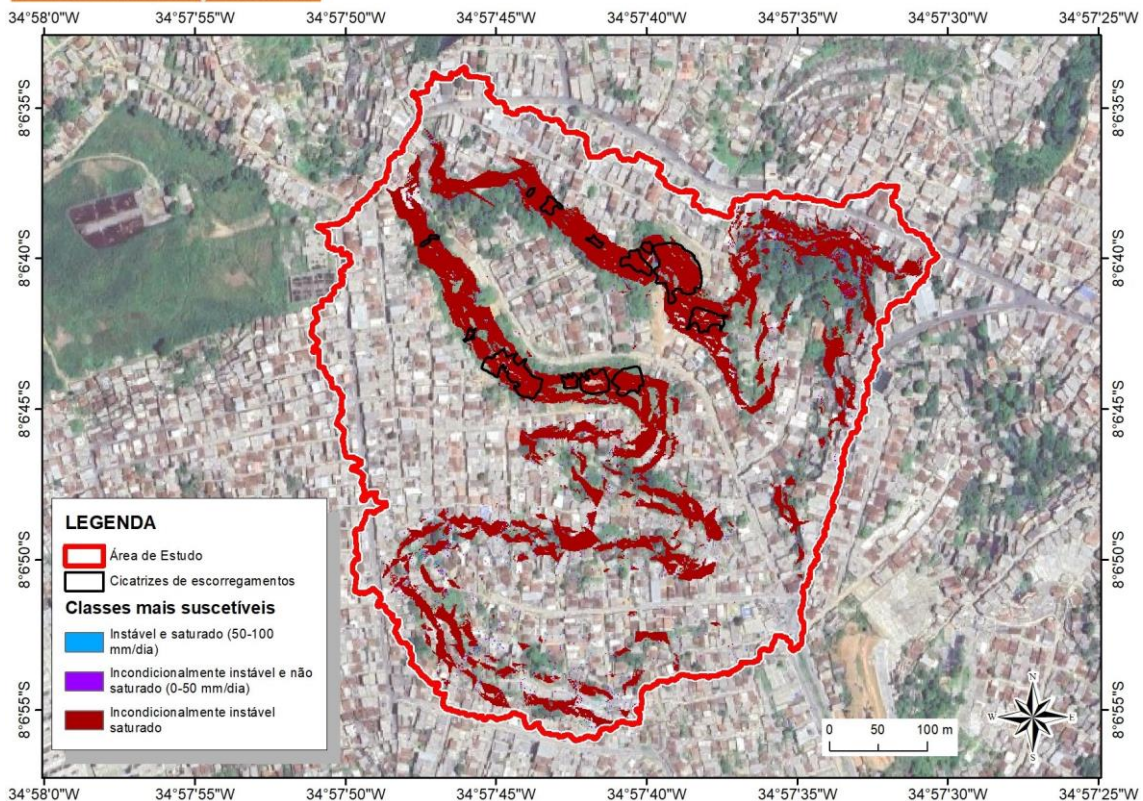


Figura 5: sobreposição das cicatrizes de escorregamentos com as classes mais suscetíveis

Fonte: elaborado pelos autores

A sobreposição das áreas mais suscetíveis com o projeto de contenção de encostas e urbanização apontou que a maioria dos terrenos de alta suscetibilidade estava contemplada com o projeto. No entanto, aproximadamente 100 imóveis situados em áreas de alta suscetibilidade a escorregamentos foram identificados como não incluídos nas ações de mitigação. Essa constatação levou à realização de ajustes no projeto, evidenciando como a modelagem matemática pode ser uma ferramenta fundamental para o planejamento de medidas eficazes para redução do risco de novos escorregamentos.

Acredita-se que a modelagem matemática combinada com SIG seria uma ferramenta essencial para preencher essa lacuna, fornecendo dados detalhados para a tomada de decisões. A presença de imóveis em terrenos altamente instáveis, conforme indicado pelo modelo, destaca a urgência de realizar levantamentos mais detalhados nessas áreas, permitindo determinar o grau necessário de intervenção e avaliar a eficácia das medidas já implementadas pelo governo estadual na gestão dos riscos

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na RMR, especialmente em áreas com as características socioeconômicas e ambientais de JMV, é evidente a necessidade de implementar medidas eficazes para mitigar os riscos de escorregamentos durante os períodos chuvosos. Essas comunidades, situadas em encostas e frequentemente desprovidas de infraestrutura adequada, apresentam um cenário crítico que demanda atenção prioritária por parte das autoridades.

Embora ainda existam desafios, o enfoque predominantemente adotado no passado, que priorizava a avaliação estrutural pós-evento baseada em levantamentos da defesa civil, começa a ceder espaço para uma abordagem mais proativa. Diversos modelos matemáticos que preveem áreas suscetíveis a escorregamentos e inundações estão ganhando cada vez mais relevância entre os órgãos governamentais, mesmo aqueles que tradicionalmente não lidam diretamente com questões climáticas. Essa mudança de paradigma na gestão de riscos reflete um movimento em direção à prevenção e mitigação, em vez de uma mera reação aos desastres.

A utilização de geotecnologias e modelagem matemática mostra-se não apenas viável, mas também uma ferramenta eficaz na identificação das áreas mais suscetíveis a movimentos de massa. O modelo SHALSTAB, por exemplo, revelou que grande parte das encostas de JMV possui um alto grau de suscetibilidade, intensificado por processos de ocupação sem acompanhamento técnico adequado.

A integração de geotecnologias com modelagem matemática demonstrou ser capaz de fornecer dados cientificamente embasados às autoridades, orientando-as a direcionar recursos e esforços de forma mais precisa e preventiva. Isso não apenas reduziria os impactos causados pelos escorregamentos, mas também promoveria o desenvolvimento sustentável das comunidades afetadas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH) pelo valioso apoio prestado na elaboração deste artigo científico.

**Palavras-chave:** Shalstab, Suscetibilidade, Escorregamentos, Urbanização, Desenvolvimento Sustentável.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.; MASCARENHAS, M.; METODIEV, D.; MENDES, T.; SANT'ANA, G. Análise da chuva e umidade do solo monitorados pela PCD Geotécnica UR12 COHAB II no desastre de maio de 2022 em Recife/PE. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Viamão, 2023.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. Acumulado mensal de precipitação maio/2022. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/uploads/MAIO-2022-.pdf>. Acessado em 15 de julho de 2024.

ARISTIZÁBAL, E.; GARCÍA, E.; MARTÍNEZ, C. Susceptibility assessment of shallow landslides triggered by rainfall in tropical basins and mountainous terrains. *Natural Hazards*, v. 78, p. 621–634, 2015.

AUGUSTO FILHO, O.; VIRGÍLI, J. C. Estabilidade de taludes. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE-CNPq- FAPESP, 1998. p. 243-269.

CBN RECIFE. A quem pertence a comunidade do Jardim Monte Verde: Recife ou Jaboatão? Eis a questão. CBN Recife, Recife, 22 jul. 2022. Disponível em: <https://www.cbnrecife.com/artigo/a-quem-pertence-a-comunidade-do-jardim-monteverde-recife-ou-jaboatao-eis-a-questao>. Acesso em: 20 jun. 2024.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. *A questão ambiental: Diferentes abordagens*. 4a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

DIETRICH, W. E.; MONTGOMERY, D. R. A digital terrain model for mapping shallow landslide potential. *Geological Sciences*. University of Washington. Seattle, 1998.

DIETRICH, W. E.; MONTGOMERY, D. R. A digital terrain model for mapping shallow landslide potential. *Geological Sciences*. University of Washington. Seattle, 1998.

FARIA, R. L. Zoneamento da susceptibilidade à ocorrência de escorregamentos na bacia hidrográfica do Córrego do Yung. Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, p. 77. 2013.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: Uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. *Geomorfologia e meio ambiente*. 2a. ed. São Paulo: Bertrand, 1998. p. 123-194.

GUIMARÃES, R. F.; FERNANDES, N. F.; GOMES, R. A. T.; CARVALHO JUNIOR, O. A. Fundamentação teórica do modelo matemático para previsão de escorregamentos rasos Shallow Stability. *Espaço & Geografia*, Brasília, v. 6, n. 2, p. 133-150, 2003.

GÜNTHER, A. Module SHALSTAB. SAGA-GIS Module Library Documentation (v2.1.3). 2012. Disponível em: [https://saga-gis.sourceforge.io/saga\\_tool\\_doc/2.1.3/ta\\_slope\\_stability\\_2.html](https://saga-gis.sourceforge.io/saga_tool_doc/2.1.3/ta_slope_stability_2.html). Acessado em 11 de junho de 2024.

GUZZETTI, F.; MONDINI, A. C.; CARDINALI, M.; FIORUCCI, F.; SANTANGELO, M.; CHANG, K. T. Landslide inventory maps: new tools for an old problem. *EarthScience Reviews*, v. 112, 2012.

HENRIQUE, G. Defesa Civil faz simulação de tragédias em Jardim Monte Verde, ponto mais afetado nas chuvas de 2022. *Folha de Pernambuco*. Recife, 17 de maio de 2024. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/defesa-civil-faz-simulacaode-tragedias-em-jardim-monte-verde-ponto/336345/>. Acessado em 15 de julho de 2024.

LISTO, F. D. L. R.; NERY, T. D.; BISPO, C. O.; FERREIRA, F. S.; SANTOS, E. M. Movimentos de massa: estado da arte, escalas de abordagem, ensaios de campo e laboratório e diferentes modelos de previsão. in: Osmar Abílio de Carvalho Júnior; Maria Carolina Villança Gomes; Renato Fontes Guimarães. *Revisões de literatura da geomorfologia brasileira*, p. 560-592, 2022.

LISTO, F. L. R. Análise da suscetibilidade e do grau de risco a escorregamentos rasos na Bacia do Alto Aricanduva, RMSP (SP). Dissertação de mestrado. Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 151. 2011.

MARENGO, J. A.; ALCÂNTARA, E.; CUNHA, A. P.; SELUCHI, M.; NOBRE, C. A.; DOLIF, G.; MORAES, O. L. Flash floods and landslides in the city of Recife, Northeast Brazil after heavy rain on May 25–28, 2022: Causes, impacts, and disaster preparedness. *Weather and Climate Extremes*, v. 39, p. 100545, 2023.

MICHEL, G. P. Modelagem de estabilidade de encostas com consideração do efeito da vegetação. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 152. 2013.

MONTGOMERY, D. R.; DIETRICH, W. E. A physically based model for the topographic control on shallow landsliding. *Water Resources Research*, v. 30, p. 11531171, 1994.

NATENZON, C. E. BESALÚ PARKINSON, A. V. S. ¿Por qué continúa la naturalización de los desastres? Algunas indagaciones desde una perspectiva de la vulnerabilidad social y el Derecho. *Rev. Ciência & Trópico*, v. 45, n. 2, p. 167-173, 2021.

PERNAMBUCO. Governo do Estado de Pernambuco. Secretaria de Desenvolvimento Econômico. [S.l.]. 2016. Disponível em: <http://www.pe3d.pe.gov.br/>. Acessado em 12 de junho de 2024.

SAP. SAP Analytics Cloud: Data Actions and Analytics Designer. Disponível em: [https://help.sap.com/docs/SAP\\_ANALYTICS\\_CLOUD/00f68c2e08b941f081002fd3691d86a7/235c79933a7b4f398369e23a04520a3e.html](https://help.sap.com/docs/SAP_ANALYTICS_CLOUD/00f68c2e08b941f081002fd3691d86a7/235c79933a7b4f398369e23a04520a3e.html). Acesso em: 11 jun. 2024.

SBROGLIA, R. M.; PORATH, P.; HENRI M.; HIGASHI, R. A. R.; OLIVEIRA,

F. H. Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Deslizamentos Translacionais com o Uso da Ferramenta ASA - Automatic Shalstab Analysis. Anais da XII Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas. Florianópolis: [s.n.]. 2017.

THE INTERNATIONAL CHARTER SPACE AND MAJOR DISASTERS. Landslides in Brazil. Disponível em:

<https://disasterscharter.org/web/guest/activations/-/article/landslide-in-brazil-activation758->. Acessado em 15 de julho de 2024.