

## PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS DE MOVIMENTOS DE MASSA EM ENCOSTAS URBANAS PAUTADA EM VARIÁVEIS QUANTIFICÁVEIS

Sarah Silva Sousa<sup>1</sup>; Cleverson Alves de Lima<sup>2</sup>; Ronaldo Lima Gomes<sup>3</sup>; Daniel Miranda Ramos de Araújo<sup>4</sup>

**Resumo** – Os problemas relacionados com os movimentos de massa são frequentes no Brasil, principalmente nos períodos com grande intensidade pluviométrica, tornando o reconhecimento antecipado das áreas e processos envolvidos importante. Neste sentido, o método de identificação de áreas de risco que é amplamente utilizado no país vem de uma recomendação do Ministério das Cidades. Este é baseado em vistorias de campo e preenchimento de fichas descritivas com algumas nuances de campo observáveis, cuja carga subjetiva é qualitativa e totalmente dependente da experiência do técnico responsável, tornando a leitura dos resultados variáveis e limitando a precisão na avaliação do risco. Desta forma, faz-se necessário aumentar a assertividade na leitura de campo por meio na ampliação de itens observáveis, associados a uma análise quantitativa mais precisa, sendo esta a proposta deste trabalho. Propõe-se classificar os riscos a partir das nuances observados no campo, identificando e quantificando as variáveis que influenciam no risco, como o tipo de solo, densidade urbana, vegetação local e concentração das águas, que serão sistematizados por significância e processados pelo método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). O método inclui a criação de uma ficha de avaliação baseada em parâmetros objetivos para inspeções em campo, e elaboração de um sistema de pesos, fatores e critérios escalonáveis. Busca-se com isso diminuir as incertezas e aumentar a assertividade na classificação das encostas a partir de critérios técnicos e quantificáveis, reduzindo a parcialidade no mapeamento de riscos.

**Abstract** –Problems related to landslides are frequent in Brazil, especially during periods high rainfall, making early areas recognition and processes involved important. In this sense, the method for identifying risk areas that is widely used comes from a recommendation by the Cities Ministry. This method is based on field inspections and filling out descriptive forms with some observable field nuances, whose subjective load is qualitative and totally dependent on the technician experience in charge, making the results reading variable and limiting the accuracy in the risk assessment. Thus, it is necessary to increase the assertiveness in field reading by expanding the observable number items, associated with a more precise quantitative analysis, which is the work proposal. The aim is to classify risks based on the nuances observed in the field, identifying and quantifying the variables that influence the risk, such as soil type, urban density, local vegetation and water concentration, which will be systematized by significance and processed by the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. The method includes the creation of an assessment form based on objective parameters for field inspections, and the development of a system of weights, factors and scalable criteria. The aim is to reduce uncertainties and increase assertiveness in the slopes classification based on technical and quantifiable criteria, reducing bias in risk mapping.

**Palavras-Chave** – Deslizamento de Terra; Classificação de Riscos Geomorfológicos; Processo de Análise Hierárquica

<sup>1</sup> Mestranda, PPG Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Santa Cruz, [sssousa.ppgeca@uesc.br](mailto:sssousa.ppgeca@uesc.br)

<sup>2</sup> Docente, Doutor em Geotecnia, PPG Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Santa Cruz, [clalima@uesc.br](mailto:clalima@uesc.br)

<sup>3</sup> Docente, Geólogo, Doutor em Geotecnia. PPG Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Santa Cruz, [rlgomes@uesc.br](mailto:rlgomes@uesc.br)

<sup>4</sup> Mestrando, PPG Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Santa Cruz, [dmraraujo.ppgeca@uesc.br](mailto:dmraraujo.ppgeca@uesc.br)

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas (2018), 55% da população mundial reside em zonas urbanas, e estima-se que até 2050 essa porcentagem deva aumentar para 68%. Dessa maneira, novos desafios têm surgido na gestão do espaço urbano. Isso porque, ao longo da história, o processo de ocupação da terra passou por aspectos relacionados à desigualdade socioeconômica e por um processo de urbanização excludente (Tominaga *et al.*, 2015). Por sua vez, essa exclusão territorial reserva as áreas mais frágeis para o adensamento populacional, no qual milhões de famílias são destinadas às vulnerabilidades habitacionais. Assim, dentre as alternativas espaciais para habitação dessa parcela, destacam-se as encostas urbanas e as margens de rios, sendo estas as principais zonas de riscos a desastres naturais nas cidades brasileiras (; Garcia *et al.*, 2023; Carvalho e Galvão, 2016).

Nesse contexto, Guerra e Jorge (2013) ratificam que as áreas urbanas frágeis ou fragilizadas apresentam segurança habitacional associada às condições climáticas e alterações antrópicas. Por sua vez, essas condições apresentam grande variabilidade ao longo do tempo, e requerem uma avaliação técnica que identifique os mecanismos geradores de movimentos de massa e de erosão, que registram maior incidência durante os períodos de chuvas mais intensas. Mediante o crescente adensamento populacional mencionado, e a variabilidade climática atual, bem a ocupação das áreas *non aedificandi*, a tendência é que o número de pessoas sob o risco aumente em todas as regiões do país (Hirye, 2023). Entretanto, é importante destacar que os municípios são os principais responsáveis pela implementação de políticas urbanas de organização espacial do território a fim de se ordenar o uso da terra e, conseqüentemente, prevenção da ocupação das áreas frágeis ou suscetíveis a desastres (Tominaga *et al.*, 2015).

Diante disso, como forma de mitigar tais situações, os municípios possuem grupamentos de defesa civil que monitoram as condições climáticas e geológicas da zona urbana. Porém, segundo Carvalho e Galvão (2016), a estrutura de defesa civil geralmente não possui corpo técnico em número suficiente para atender à demanda, tornando o atendimento pouco eficaz nos momentos mais críticos do ano. Tais medidas são parcialmente gerenciadas com o uso dos recursos disponíveis por meio da consulta dos boletins do CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais), baseados na pequena rede meteorológica instalada.

Ademais, o uso de correlações empíricas entre nível de chuvas (mm) e número de ocorrências registrada localmente também é uma estratégia comumente adotada. A partir disso, o próprio grupamento infere as áreas com maior potencial de ruptura. Dentre as situações mencionadas, a inferência entre chuva versus ocorrência é a que fornece melhores resultados práticos, porém, são extremamente dependentes da experiência do técnico observador e da análise dos dados existentes. As situações mencionadas permitem que o grupamento local possa identificar empiricamente as zonas com maior suscetibilidade a movimentos de massa, classificando-os segundo os critérios subjetivos próprios e assim designar as medidas emergenciais para mitigação momentânea de ocorrências.

Nesse sentido, o método proposto pelo Ministério das Cidades foi desenvolvido para ser aplicado em municípios com pouca ou nenhuma infraestrutura de defesa civil, onde que qualquer técnico pudesse aplicar e identificar previamente os riscos associados aos movimentos de massa (BRASIL, 2007). Estes critérios, por sua vez, permitem uma classificação empírica com base em dados observáveis, podendo aplicar ou não fichas de campo para a leitura da paisagem. E, dentre as variáveis observáveis, destacam-se a inclinação da encosta, presença de vegetação, adensamento urbano, tipo de solo, condição de drenagem e caracterização do local. Uma vez realizada a avaliação empírica dessas fichas de campo, as informações são associadas ao histórico de ocorrência do município, permitindo a classificação das áreas em graus de risco, organizado entre R1 a R4.

Para tanto, esse trabalho é realizado a fim de propor uma alternativa que contemple elementos não observados na classificação do risco tradicional, de forma a identificar e quantificar as variáveis qualitativas. Assim, pretende-se com essa proposição, que qualquer município possa, além de utilizar o método qualitativo consagrado pelo Ministério das Cidades, aferir, por meio desse produto, o grau de importância que aquela condicionante tem para a definição do grau de risco de uma determinada área.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Com a proposta de unificar ações relacionadas à habitação, saneamento, mobilidade urbana e desenvolvimento territorial em um único lugar, no ano de 2003 foi criado o Ministério das Cidades (BOARETO, 2021). O órgão tinha por objetivo minimizar os impactos dos desastres naturais em áreas urbanas e combater a exclusão territorial e a degradação ambiental nas cidades brasileiras. Dessa maneira, a sua atuação se estendeu também às políticas de prevenção e mitigação de desastres naturais. Partindo desse contexto, para a aplicação de ações de monitoramento e gerenciamento, em 2007 foi publicado um guia de mapeamento de risco (LANA *et al.* 2021).

O guia *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios* (BRASIL, 2007) foi destinado à capacitação das equipes municipais no mapeamento e gerenciamento de áreas de risco, com foco em deslizamentos de encostas e inundações. Sua proposta é oferecer uma metodologia unificada e de baixo custo que permita identificar, hierarquizar e enfrentar os riscos presentes nas cidades brasileiras, promovendo a redução das vulnerabilidades e melhorando a segurança das populações em áreas frágeis. Além disso, abrange desde conceitos básicos sobre riscos, até práticas de análise e uso de tecnologias como Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para auxílio na gestão municipal. Ele apresenta um roteiro metodológico para mapeamento de áreas vulneráveis a deslizamentos de terra e inundações, sendo discutidas as etapas que devem ser seguidas para identificação e caracterização das áreas de risco, levando em consideração as particularidades de cada local.

A partir da análise criteriosa do espaço urbano, é possível entender as possíveis ameaças que afetam a segurança dos moradores, entretanto algumas condicionantes pertinentes à condição de risco necessitam de maiores detalhamentos (OLIVEIRA *et al.*, 2024). Alguns exemplos a serem citados referem-se ao direcionamento das águas pluviais dos telhados, no que diz respeito à drenagem local e concentração de águas na encosta, como pode ser observado em algumas imagens na Figura 1.



Figura 1: Evidências de direcionamento de águas na encosta.

Além disso, o sistema radicular e razão de flexão em relação da vegetação presente também são características relevantes para ocorrência de deslizamentos nas encostas e exposição ao

risco. Tais características indicam a capacidade de retenção do solo em contato com a água, fator que influenciam diretamente na estabilidade (Michel *et. al.* 2021). Não obstante, a possível inclinação de árvores, postes e elementos construtivos, e a carga das edificações existentes também são fatores preponderantes para essas ocorrências.

As variáveis mencionadas aumentam a umidade do solo e acrescentam outras condicionantes que instabilizam as encostas, e estas, geralmente não são consideradas nos mapeamentos de risco tradicionais. Dessa forma, embora as etapas do guia abordem a caracterização local e demais critérios de maneira bastante descritiva, detalhes como a presença de xistosidades, ou a identificação tátil-visual do material predominante no solo da área estudada ainda são variáveis a se considerar.

## 2.1. Caracterização da Área de Estudo

Para análise das condicionantes, foi definida como área de estudo a parcela urbana do município de Ilhéus, no litoral sul do estado da Bahia, conforme Figura 2.



Figura 2. Localização geográfica da área urbana de Ilhéus, Bahia

O município em questão estende-se por aproximadamente 1.588 km<sup>2</sup> de bioma em Mata Atlântica, com população estimada em 189.028 habitantes e densidade demográfica de 112,46 habitantes por quilômetro quadrado. Essa extensão territorial inclui tanto o vasto litoral, quanto áreas de Mata Atlântica, além de algumas parcelas de restingas e manguezais (IBGE, 2022, 2024). Ademais, o município apresenta a maior parte do território em áreas não edificadas, com apenas 2,22% de seu território em situação de área urbanizada (35,33 km<sup>2</sup>) e apenas 23,1% das vias públicas urbanizadas. Vale destacar, que para esse trabalho em específico, iremos nos ater à região urbana do município, onde estão concentradas o maior número de encostas com risco de deslizamento de terra.

No que diz respeito às características domiciliares, as estatísticas indicam que 65,9% das residências são atendidas com esgotamento sanitário, 82,4% são abastecidos pela rede geral de água e 89,66% apresentam coleta de lixo. Entretanto, diante da realidade local, muitos altos têm seus resíduos sólidos acumulados ao longo das encostas. Fatores como esse corroboram com a vulnerabilidade proveniente dos desastres naturais, que, segundo pesquisas, expõem cerca de 11.285 pessoas aos riscos de inundações, enxurradas e deslizamentos (IBGE, 2010, 2019).

Considerando o histórico de deslizamentos do município, o Ministério das Cidades, em parceria com a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), contemplou o município de Ilhéus com a elaboração dos Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRR). O objetivo principal desta ação é promover a resiliência comunitária para desenvolvimento de estratégias de prevenção de riscos em resposta ao atual contexto de emergências climáticas. Além de Ilhéus, outros 19 municípios brasileiros também foram contemplados, como estratégia de fortalecimento das políticas públicas na gestão de riscos de desastres. (BRASIL, 2023).

### 3 ANÁLISE PRELIMINAR DAS CONDICIONANTES E MÉTODO PROPOSTO

O trabalho consiste no desenvolvimento de uma proposta alternativa de classificação dos riscos a partir de uma nova delimitação das variáveis de influência ao risco à deslizamento de terra e de uma quantificação a partir de uma correlação entre pesos, critérios e fatores. Estas variáveis, foram identificadas a partir de observações de campo e comparações com as fichas existentes no método tradicional, culminando a produção preliminar da Ficha de Registro de Campo. Esta, encontra-se em avaliação, quantificação e validação das variáveis, bem como a inclusão de outras que estão sendo identificadas no decorrer da análise. Estas variáveis serão ainda convertidas em valores escaláveis e sistematizados pelo método AHP, onde as variáveis de maior peso detêm maior influência sobre as outras.

Para identificação das variáveis que influenciam o risco de deslizamento de terra em encostas urbanas, foram realizadas vistorias em aproximadamente 40 altos, com características geomorfológicas, ambientais e antrópicas distintas, para leitura da paisagem à luz das recomendações do Ministério das Cidades (BRASIL, 2007, 2024) na zona urbana de Ilhéus (BA). Esta fase foi importante para verificar as características de campo não descritas nos manuais e nas fichas de diagnóstico oficiais. Em seguida, foi proposta uma primeira versão da ficha com elementos adicionais não observados nos documentos oficiais (Figura 3).

		MUNICÍPIO:	DATA:
		EQUIPE:	
<b>DADOS GERAIS SOBRE A MORADIA</b>			
Localização:		Coordenadas	
Nº de Referência:	Bairro:	X:	Y:
Nome do Morador:		Nº de residentes:	Condições das vias:
<b>Acesso à moradia:</b> <input type="checkbox"/> Escada com Pneus <input type="checkbox"/> Rampa de Concreto <input type="checkbox"/> Escada de Madeira <input type="checkbox"/> Escada de Concreto		<b>Tipo de Moradia:</b> <input type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Mista	<b>Porte da Edificação:</b> <input type="checkbox"/> 1 a 2 Níveis <input type="checkbox"/> 3 a 5 Níveis <input type="checkbox"/> 6 a 8 Níveis <input type="checkbox"/> Superior a 9 Níveis
<b>Ocorrências Anteriores (5 últimos anos):</b> <input type="checkbox"/> Sem ocorrências <input checked="" type="checkbox"/> 1 a 2 Ocorrências <input type="checkbox"/> Mais de 2 Ocorrências			
<b>Abastecimento de água:</b> <input type="checkbox"/> Encanada e tratada <input type="checkbox"/> Encanada e não-tratada <input type="checkbox"/> Poço Artesiano <input type="checkbox"/> Cisterna de Captação de Água da Chuva			
<b>CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL</b>			
<b>Posição da casa em relação ao talude:</b>     		<b>Distância Talude - Casa (a):</b> <input type="checkbox"/> 0 < a < 2 m <input type="checkbox"/> 2 m < a < 4 m <input type="checkbox"/> 4 m < a < 6 m <input type="checkbox"/> a > 6 m	
<b>Natureza do Talude:</b> <input type="checkbox"/> NATURAL <input type="checkbox"/> CORTE <input type="checkbox"/> ATERRO		<b>Curvatura do Talude:</b> <input type="checkbox"/> CONVEXA <input type="checkbox"/> CÔNCAVA	
    		<b>Distância Talude - Casa (b):</b> <input type="checkbox"/> 0 < b < 2 m <input type="checkbox"/> 2 m < b < 4 m <input type="checkbox"/> 4 m < b < 6 m <input type="checkbox"/> b > 6 m	
<b>Inclinação do Talude - Casa (α):</b> <input type="checkbox"/> 0° ≤ α < 17° <input type="checkbox"/> 17° ≤ α < 30° <input type="checkbox"/> 31° ≤ α < 45° <input type="checkbox"/> 46° ≤ α < 60° <input type="checkbox"/> 61° ≤ α < 75° <input type="checkbox"/> 75° ≤ α < 90°		<b>Inclinação do Talude - Casa (β):</b> <input type="checkbox"/> 0° ≤ β < 17° <input type="checkbox"/> 17° ≤ β < 30° <input type="checkbox"/> 31° ≤ β < 45° <input type="checkbox"/> 46° ≤ β < 60° <input type="checkbox"/> 61° ≤ β < 75° <input type="checkbox"/> 75° ≤ β < 90°	
<b>Características do Solo:</b> <input type="checkbox"/> Depósitos Coluvionares <input type="checkbox"/> Depósitos Aluvionares <input type="checkbox"/> Solo Residual Jovem <input type="checkbox"/> Solo Residual Maduro		<b>Depósito Antrópico:</b> <input type="checkbox"/> Aterro irregular <input type="checkbox"/> Lixo / Resíduos Sólidos <input type="checkbox"/> Entulho de construção <input type="checkbox"/> Destroços de sistema de esgoto <input type="checkbox"/> Destroços de sistema de drenagem	
<input type="checkbox"/> Solo Orgânico <input type="checkbox"/> Rocha Sã <input type="checkbox"/> Rocha Alterada <input type="checkbox"/> Xistosidades		<b>Presença de rochas:</b> <input type="checkbox"/> Material ausente <input type="checkbox"/> Menor que 0,5 m³ <input type="checkbox"/> 1 m³ a 2 m³ <input type="checkbox"/> Maior que 2 m³ (ver seção posterior)	
<b>FEIÇÕES DE INSTABILIDADE</b>			
<b>Evidências de Instabilidade:</b> <input type="checkbox"/> Postes inclinados <input type="checkbox"/> Fendas de tração <input type="checkbox"/> Trincas no terreno <input type="checkbox"/> Árvore reta e inclinada <input type="checkbox"/> Árvore torta e inclinada <input type="checkbox"/> Trincas nas construções			

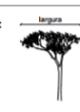
<input type="checkbox"/> Degraus de abatimento <input checked="" type="checkbox"/> Muros/Paredes embarrigados	<input type="checkbox"/> Cicatriz de deslizamento <input type="checkbox"/> Juntas/Fraturas de Alívio
<b>Processos de Movimentação:</b> <input type="checkbox"/> Rastejo <input type="checkbox"/> Corrida de massa <input type="checkbox"/> Tombamento <input type="checkbox"/> Erosão Laminar <input type="checkbox"/> Rolamento de Matacão <input type="checkbox"/> Escorregamento Planar <input type="checkbox"/> Escorregamento Circular <input type="checkbox"/> Erosão Sulcos/Ravinas <input type="checkbox"/> Escorregamento Em Cunha <input type="checkbox"/> Queda de Blocos <input type="checkbox"/> Desplacamento <input type="checkbox"/> Erosão Voçorocas <input type="checkbox"/> Fratura de maciço rochoso <input type="checkbox"/> Cicatrizes <input type="checkbox"/> Dep. de escorregamento pretérito <input type="checkbox"/> Depósito de Corrida de detritos	
<b>ÁGUAS NO TALUDE</b>	
<b>Drenagem de águas pluviais:</b> <input type="checkbox"/> Ausente: Queda d'água pro talude <input type="checkbox"/> Ausente: Queda d'água fora de Talude <input type="checkbox"/> Presente: Direcionada para o talude <input type="checkbox"/> Presente: Coletada pela rede <input type="checkbox"/> Presente: estado precário	<b>Sistema de Esgotamento:</b> <input type="checkbox"/> Fossa séptica <input type="checkbox"/> Fossa rudimentar <input type="checkbox"/> Despejo direto no talude <input type="checkbox"/> Conectada à drenagem <input type="checkbox"/> Conectada à rede de esgoto
<b>Infiltrações no solo:</b> <input type="checkbox"/> Ausentes <input type="checkbox"/> Minadouro no pé do talude <input type="checkbox"/> Minadouro no meio do talude <input type="checkbox"/> Minadouro no topo do talude <input type="checkbox"/> Vazamento de água <input type="checkbox"/> Vazamento de esgoto <input type="checkbox"/> Descarte de Águas cinzas	
<b>VEGETAÇÃO NO TALUDE</b>	
<b>Tipo de vegetação Presente:</b> <input type="checkbox"/> Gramíneas e Capins Densos (Ex.: Braquiária, Vetiver, Capim-elefante) <input type="checkbox"/> Raízes Curtas e Solo Exposto (Ex.: Cana, Mamão, Capim Colonião) <input type="checkbox"/> Arbustos e Vegetação Rasteira (Ex.: Amendoim-forrageiro, Trevos) <input type="checkbox"/> Árvores de Raízes Profundas (Ex.: Inguá, Aroeira) <input type="checkbox"/> Área Desmatada	<b>Índice de Copa (<math>I_c = larg/alt</math>):</b> <input type="checkbox"/> $I_c < 0,5$ <input type="checkbox"/> $0,5 \leq I_c < 1$ <input type="checkbox"/> $I_c \geq 1$ 

Figura 3. Proposta inicial de ficha de campo

A partir disso, almeja-se desenvolver tabelas com critérios e fatores que contemplem os níveis que cada parâmetro representa na determinação do grau de risco, tais como adensamento urbano, tipo de solo, condição de drenagem urbana, porte e inclinação das árvores presentes, entre outros elementos a serem observados. Dessa forma, espera-se aumentar a assertividade nas análises ao abranger condicionantes não abordadas pelos métodos anteriores.

Em seguida, serão atribuídos pesos para cada parâmetro, que serão hierarquizados pelo método AHP (Saaty, 1987), como forma de se obter um indicador de risco que seja correlacionável com os diferentes graus de risco (R1 a R4) definidos pelo Ministério das Cidades. Essa técnica foi desenvolvida por Thomas Saaty em 1987 e é especialmente útil quando é necessário avaliar múltiplos critérios ou fatores que influenciam uma decisão (Duarte *et. al.*, 2024). Por esse motivo, para elaboração de um sistema de classificação de risco de deslizamento de terra em encostas urbanas, o método oferece uma abordagem estruturada, e possibilita uma base qualitativa/quantitativa, e, portanto, mais objetiva.

Dessa forma, uma vez identificadas as variáveis que influenciam no risco de deslizamento, a próxima etapa consiste em estruturar uma hierarquia que reflita a importância relativa de cada uma. Assim, para atender ao objetivo principal, as variáveis atuarão como critérios a serem comparados. E, para realizar essa comparação, será utilizada uma matriz par-a-par, onde as variáveis são comparadas duas a duas, atribuindo-se valores de importância relativa. Essa matriz, portanto, permitirá que cada variável seja ponderada, facilitando a identificação daquelas que têm maior impacto no risco de deslizamento. A Figura 3 representa o funcionamento da relação entre exemplos de variáveis no método.

## Processo de Hierarquia Analítica (AHP)



Figura 3. Diagrama ilustrativo do método AHP

Uma vez estabelecida a matriz, os cálculos serão realizados para definição dos pesos relativos de cada variável, garantindo que o modelo seja consistente e reflita a importância real de cada fator no contexto dos deslizamentos. Esses pesos, por sua vez, serão utilizados para quantificar as variáveis qualitativas, atribuindo-lhes valores numéricos que possam ser integrados em um índice de risco. Com isso, mesmo variáveis que inicialmente eram subjetivas, como cobertura vegetal ou características do solo, serão transformadas em parâmetros objetivos.

Por fim, para verificação da aplicabilidade e ratificação do sistema, pretende-se aplicar e discretizar o método em ao menos cinco encostas com aspectos geomorfológicos distintos, realizar uma comparação com os resultados obtidos pelo método tradicional realizado pela equipe PMRR Ilhéus e uma análise de estabilidade das encostas utilizando uma ferramenta de análise numérica, como o *Geostudio Slope/W* ou similar. Além disso, a análise de sensibilidade pode ser realizada para avaliar como pequenas mudanças nas variáveis impactam a classificação final, a fim de promover refinamentos contínuos no modelo.

#### 4 RESULTADOS ESPERADOS

Por se tratar de uma pesquisa em andamento, os resultados parciais do modelo ainda estão sendo calibrados. Espera-se que este trabalho contribua com elementos adicionais no processo de classificação do risco de movimentos de massa, que podem ser aplicadas para qualquer tamanho de município, destacando aqueles que não possuam uma estrutura de defesa civil bem organizada, tornando o processo de mapeamento e identificação de riscos mais objetivo, previsível e assertivo. Tal condição reduzirá a parcialidade das análises e facilitará a leitura da paisagem feita pelos técnicos de campo, fornecendo maior precisão nos resultados.

Além disso, acredita-se que esta discussão contribuirá para uma compreensão geral sobre os parâmetros geradores de riscos morfodinâmicos das encostas, a partir da experiência de campo de Ilhéus (BA), com potencial de ser incorporado a outras regiões.

Dessa forma, espera-se desenvolver uma metodologia replicável que atenda e contribua com a gestão de riscos quantificável e com rigor científico, direcionado para redução do empirismo existente nos processos aplicados até o momento. Ademais, a carta de critérios e fatores, carta de pesos e processos deflagradores, além do método matemático de classificação dos riscos, podem ser considerados como produtos resultantes desta pesquisa. Em complementação, a comparação dos resultados quantitativos com o mapeamento qualitativo existente possibilitará uma avaliação crítica das mudanças nas áreas de risco, considerando a urbanização e as alterações climáticas. Não obstante, a integração dos resultados obtidos com o PMRR também poderá contribuir para elaboração de um método de análise com menos variações devido a subjetividades.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESB pelo fomento à pesquisa e a bolsa de pesquisa, e à Universidade Estadual de Santa Cruz e Universidade Federal do Sul da Bahia pelo suporte oferecido.

#### REFERÊNCIAS

BOARETO, Renato. *Os desafios de uma Política de Mobilidade Urbana transformadora das cidades*. RBC. Ribeirão Preto, janeiro de 2021. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/349413519\\_Os\\_desafios\\_de\\_uma\\_Politica\\_de\\_Mobilidade\\_Urban\\_a\\_transformadora\\_das\\_cidades](https://www.researchgate.net/publication/349413519_Os_desafios_de_uma_Politica_de_Mobilidade_Urban_a_transformadora_das_cidades)> Acesso em 14 abr. 2025

BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *Mapeamento de risco em encostas e margem de rios*. Brasília: Ministério das Cidades; IPT, 2007. 176p. Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/mapeamento.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2025

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Periferias, *Departamento de Mitigação e Prevenção de Riscos Mapeamento de risco em perspectivas: aplicabilidade, limitações e caminhos futuros e partir da escuta ativa de diferentes atores chaves*. Secretaria Nacional de Periferias, Departamento de Mitigação e Prevenção de Riscos. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2024

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. *Secretaria Nacional de Periferias realiza reunião com 20 Prefeituras sobre Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRR)*. [Brasília]: Ministério das Cidades, 01 dez. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/secretaria-nacional-de-periferias-realiza-reuniao-com-20-prefeituras-sobre-planos-municipais-de-reducao-de-riscos-pmrr>

- CARVALHO, C. S. e GALVÃO, T. Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais: a Atuação do Ministério das Cidades. *VI Congresso CONSAD Gestão Pública*. Brasília, abril, 2013 Disponível em < <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9613> > Acesso em 16 mar. 2025
- DUARTE, C. C.; COUTINHO, R. Q.; SILVA, B. Q.; HENRIQUE, H. M. *A aplicação do índice estatístico e análise multicritério no mapeamento da suscetibilidade a deslizamentos, no município do Ipojuca, Pernambuco, Brasil*. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 17, n. 2, p. 1015–1037, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/260327>. Acesso em: 17 abr. 2025. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.2.p1015-1037>.
- GARCIA, L. C.; VIANA, J. N. L.; LIMA, C. M. S. *Gestão de risco, vulnerabilidade ambiental e a questão climática na gestão metropolitana*. *Cadernos Metrôpole*, 25(58), 875–897. 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2236-9996.2023-5805>> Acesso em 10 mar. 2025
- GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. D. C. O. *Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas*. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. (Org.)
- HIRYE, M. C., ALVES, D. S.; FILARDO Jr, A. S.; MCPHEARSON, T.; WAGNER, F. *Assessing landslide drivers in social–ecological–technological systems: the case of Metropolitan Region of São Paulo, Brazil*. *Remote Sensing*, v. 15, n. 12, p. 3048, 2023. Disponível em: < <http://mtc-m21d.sid.inpe.br/ibi/8JMKD3MGP3W34T/49FEQN8> > Acesso em: 25 mar. 2025
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2010: Resultados para o município de Ilhéus, Bahia*. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama>
- \_\_\_\_ – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Área urbanizada: IBGE*, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, Áreas Urbanizadas do Brasil 2019 Município de Ilhéus, BA. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/ilheus/panorama>
- \_\_\_\_ – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2022: Resultados para o município de Ilhéus, Bahia*. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama>
- \_\_\_\_ – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Município de Ilhéus, BA*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/ilheus/panorama>
- LANA, J. C., JESUS, D. D., & ANTONELLI, T. (2021). Guia de procedimentos técnicos do departamento de gestão territorial: setorização de áreas de risco geológico. CPRM.
- MICHEL, G. P.; KOBAYAMA, M.; GOERL, R. F.; ZANANDREA, F.; PAUL, L. R.; SCHWARZ, H.; CARDOZO, G. L. *Efeitos da vegetação na modelagem de estabilidade de encostas na bacia hidrográfica do rio Cunha, Santa Catarina*. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [S. l.], v. 22, n. 4, 2021. DOI: 10.20502/rbg.v22i4.2008. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2008>. Acesso em: 14 abr. 2025.
- OLIVEIRA, L. M. M.; PESSOA, S. G. S.; SANTOS, S. M.; SILVA JÚNIOR, J.; SILVA JÚNIOR, U. J. *Análise de uma ocupação em área de risco de deslizamentos no Recife-PE: estudo de caso no Córrego da Telha*. *Estudos Universitários: revista de cultura, UFPE/Proexc, Recife*, v. 40, n. 2, p. 241-269, jul./dez. 2023.
- OLIVEIRA FILHO, R. E., SILVA, M. C., ABREU, M. R., MOTTA, L. (2024). A RELAÇÃO ENTRE A ENGENHARIA CIVIL E OS DESASTRES NATURAIS NO BRASIL. *Revista Científica Doctum Multidisciplinar*, 4(11). Disponível em: < <https://revista.doctum.edu.br/index.php/multi/article/view/600> > Aceso em 12 abr. 2025
- SAATY, R. W. The analytic hierarchy process — what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, Oxford, v. 9, n. 3-5, p. 161–176, 1987. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8) >. Acesso em: 17 mar. 2025
- SOUZA, F. A. M. Ermínia Maricato: O impasse da política urbana no Brasil. *Estudos Universitários*, 32(1/2/3), 210–215. 2014. Disponível em: < <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/estudosuniversitarios/article/view/256419> > Acesso em 12 mar. 2025
- TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. Disponível em: < [infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/05/Conhecer\\_para\\_Prevenir\\_3ed\\_2016.pdf](http://infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/05/Conhecer_para_Prevenir_3ed_2016.pdf) > Acesso em: 14 mar. 2025