Margarida Penteado
Revista de Geomorfologia

ANÁLISE MICROLOCAL DE RISCOS GEOMORFOLÓGICOS EM AMBIENTES DUNARES URBANIZADOS: ESTUDO DE CASO NO BAIRRO CIDADE NOVA, NATAL/RN - BRASIL

MICROLOCAL ANALYSIS OF GEOMORPHOLOGICAL RISKS IN URBANIZED DUNE ENVIRONMENTS: CASE STUDY IN THE NEIGHBORHOOD OF CIDADE NOVA, NATAL/RN - BRAZIL

ANÁLISIS MICROLOCAL DE RIESGOS GEOMORFOLÓGICOS EN ENTORNOS DUNARIOS URBANIZADOS: ESTUDIO DE CASO EN EL BARRIO DE CIDADE NOVA, NATAL/RN - BRASIL

Jeferson Gomes da Silva[1]

[1]Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, e-mail: jeferson.g.geo@gmail.com
https://orcid.org/0009-0001-2819-9088

Lutiane Queiroz de Almeida[2]

[2]Docente do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, e-mail: lutianealmeida@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0002-6604-5987

RESUMO

Na contemporaneidade, a gestão de riscos de desastres assume papel central nos debates globais, porém, ainda carece de informações em escala microlocal. Este estudo tem como objetivo mapear o risco geomorfológico em uma duna no bairro de Cidade Nova, Natal/RN, esta de uma geomorfologia frágil. Foram realizados levantamentos sobre o uso e ocupação do solo e aspectos físicos (hipsometria, declividade, geologia e geomorfologia), além da identificação de evidências de risco (rachaduras, feições erosivas, árvores e postes inclinados) com uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP). Os dados evidenciam que os riscos decorrem de dinâmicas sociais e devem ser analisados considerando as suscetibilidades ambientais. Esta pesquisa resultou na setorização da área em cinco (5) setores de risco, podendo subsidiar ações de planejamento e gestão de risco municipal futuros.
Palavras-chave: Riscos Geomorfológicos. Gestão de Riscos. Dunas. Setorização de Áreas de Risco.

ABSTRACT

In contemporary times, disaster risk management plays a central role in global discussions; however, it still lacks information at the microlocal scale. This study aims to map geomorphological risk in a dune located in the Cidade Nova neighborhood, Natal/RN, characterized by fragile geomorphology. Surveys were conducted on land use and land cover, as well as physical aspects (hypsometry, slope, geology, and geomorphology), in addition to identifying risk indicators (cracks, erosive features, tilted trees and utility poles) using Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS). The data indicate that the risks arise from social dynamics and must be analyzed in light of environmental susceptibilities. This research led to the zoning of the area into five (5) risk sectors, which can support future municipal risk planning and management actions.
Keywords: Geomorphological Risks. Risk Management. Dunes. Risk Area Zoning.

RESUMEN

En la contemporaneidad, la gestión del riesgo de desastres ocupa un papel central en los debates globales; sin embargo, aún carece de información a escala microlocal. Este estudio tiene como objetivo mapear el riesgo geomorfológico en una duna ubicada en el barrio Cidade Nova, Natal/RN, caracterizada por una geomorfología frágil. Se realizaron levantamientos sobre el uso y ocupación del suelo, así como sobre aspectos físicos (hipsometría, pendiente, geología y geomorfología), además de la identificación de evidencias de riesgo (grietas, formas erosivas, árboles y postes inclinados) mediante el uso de

Aeronaves Pilotadas Remotamente (APR). Los datos evidencian que los riesgos derivan de dinámicas sociales y deben ser analizados considerando las susceptibilidades ambientales. Esta investigación resultó en la sectorización del área en cinco (5) sectores de riesgo, lo que puede subsidiar acciones futuras de planificación y gestión del riesgo a nivel municipal.
Palabras clave: Riesgos Geomorfológicos. Gestión de Riesgos. Dunas. Sectorización de Áreas de Riesgo.

INTRODUÇÃO

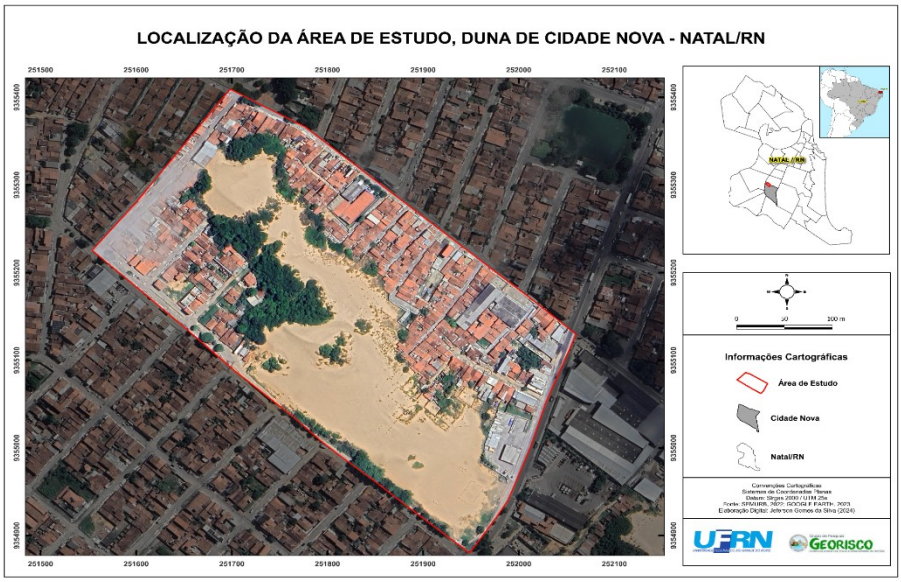
A análise e o mapeamento de risco são processos complexos que devem estar baseados em uma abordagem sistêmica, holística e multidisciplinar. Desta forma, é de grande importância utilizar, nos estudos dessa temática, uma concepção socioambiental, na qual os aspectos sociais e físicos sejam observados de forma integrada, levando em consideração os processos atuantes no espaço geográfico.

Cabe ressaltar que, segundo Melo e Zêzere (2021), a análise de risco possui complexidade devido, sobretudo, ao fato de essa ação ser considerada um processo prospectivo e preditivo. Desta forma, é composta por níveis de incerteza epistêmica, aleatória e crescentes, seja no momento de identificar as ameaças em um determinado local, seja no momento de analisar as consequências provenientes de desastres em diversas escalas.

Ademais, deve-se destacar que "os riscos são produtos de uma construção social" (MENDONÇA; BUFFON, 2021, p. 27). Assim, faz-se necessário compreender os fenômenos sociais que atuam no meio, gerando desigualdades entre as populações e, consequentemente, formando vulnerabilidades. Estas são resultantes de um longo processo, no qual o desenvolvimento das sociedades também gerou precariedades, como a favelização e a segregação socioespacial.

Nesta perspectiva, e tomando como recorte espacial um setor censitário do bairro de Cidade Nova (Figura 1), localizado na zona Oeste da cidade do Natal/RN, capital do Estado do Rio Grande do Norte (RN), a presente pesquisa busca compreender a dinâmica dos riscos geomorfológicos em escala microlocal, realizando uma abordagem sistêmica entre os aspectos físicos e sociais da área como o uso e ocupação do solo e avanço urbano. O bairro em questão se desenvolveu em ambiente dunar durante o século XX, mais precisamente nas décadas de 1960 a 1970. Segundo a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo – SEMURB (2012), a dinâmica de ocupação do bairro de Cidade Nova esteve ligada à construção do lixão da cidade e à inauguração do primeiro conjunto habitacional da América Latina, construído durante a década de 1960 e intitulado Cidade da Esperança.

Figura 1 – Localização da área em estudo



Fonte: SEMURB, 2022.

Desta forma, o bairro de Cidade Nova esteve ligado ao processo de avanço urbano que atingiu diversos países do Hemisfério Sul; segundo Michel Rochefort (2008), em seu livro "O Desafio Urbano nos Países do Sul", a ocupação urbana trouxe de um lado desenvolvimento e do outro precariedade para os mais necessitados. Destaca-se que dentre os problemas urbanos, existe o problema habitacional, onde os mais vulneráveis passam a ocupar locais inapropriados como, por exemplo: margens de rios, encostas, dunas, dentre outros.

A crescente expansão urbana desordenada, especialmente em regiões periféricas de grandes centros urbanos, tem intensificado os processos de ocupação de áreas ambientalmente frágeis, como dunas, encostas e margens de rios. Esses processos, geralmente associados à ausência de planejamento urbano eficaz, resultam na formação de áreas de risco, onde a suscetibilidade física do terreno se associa à vulnerabilidade social das populações residentes. Nesse contexto, a cidade de Natal/RN, e especificamente o bairro de Cidade Nova, exemplifica tal dinâmica, apresentando ocupações em campos dunares que, por sua natureza geomorfológica, são suscetíveis a instabilidades.

Justifica-se, portanto, a realização deste estudo pela necessidade de compreender, em escala microlocal, a interação entre os aspectos físicos e socioeconômicos que contribuem para a formação e agravamento de riscos geomorfológicos. A carência de informações sistematizadas e atualizadas sobre a temática em nível local e microlocal compromete a eficácia das políticas públicas de mitigação e prevenção de desastres. Ao propor um mapeamento de riscos geomorfológicos e a setorização da área com base em dados físicos e sociais, esta pesquisa oferece subsídios relevantes para a gestão de risco municipal, contribuindo para o ordenamento territorial, a preservação ambiental e a promoção da segurança e bem-estar das populações mais vulneráveis.

REFERENCIAL TEÓRICO

A compreensão de risco é algo complexo que leva em consideração diversos fatores que auxiliam no entendimento deste tema. Diversos foram os avanços ao longo dos séculos na tentativa de conceber uma teoria que sintetize tais situações, pois, "os riscos sempre estiveram presentes nas mentes dos homens e suscitam preocupações às sociedades humanas desde os primórdios da humanidade." (MENDONÇA; BUFFON, 2021, p.13).

No Brasil, os avanços relacionados à prevenção de riscos e desastres estiveram ligados aos debates em escala mundial. Segundo Mendonça et al. (2021, p.15), as políticas brasileiras que tratam desta temática passaram a se desenvolver de forma efetiva durante o início do século XXI, mais precisamente no ano de 2003, quando o Ministério da Saúde desenvolveu uma equipe que tinha por finalidade realizar estudos para formular um plano geral de riscos em escala nacional. Tal plano resultou no serviço de vigilância a desastres (VIGIDESASTRES). Anos depois, houve mais um avanço nas políticas de RRD (Redução de Riscos e Desastres) no Brasil, com as criações do Programa Nacional para a Prevenção e o Controle de Desastres Naturais e do Centro Nacional de Monitoramento e Prevenção de Desastres Naturais nos anos de 2012 e 2016, respectivamente. Tais avanços demonstram a tentativa de se antecipar quanto aos desastres, pois, vale muito mais a pena prevenir do que corrigir os danos posteriores a um evento extremo que cause perdas e danos às populações. Tal prevenção parte do entendimento de diversos fatores que se interagem no meio, o que acaba por trazer tal complexidade para a análise e gestão dos riscos em diversas escalas, tendo em vista que, "A formação de situações de risco é resultante de uma conjunção de fatores sociais, econômicos, culturais, demográficos e naturais, que estão presentes nas relações entre os homens, os grupos sociais e entre estes e a natureza" (JANCZURA, 2012, p.307).

Desta forma, os riscos são de fato, resultantes de uma interação complexa que atua no espaço geográfico. Portanto, não basta apenas compreender o meio físico ou o meio social de forma isolada em uma análise de risco, pois, "raramente os riscos estão relacionados a somente uma condição" (MENDONÇA; BUFFON, 2021, p.22). Assim, é necessário o entendimento integrado dos riscos, compreendendo que a natureza, a sociedade e a tecnologia se relacionam de forma direta formando as situações de riscos.

Segundo Mendonça e Buffon (2021), os riscos híbridos são formados a partir da sua origem e dos processos que os intensificam. As origens podem ser natural, social ou tecnológica e os intensificadores estão relacionados a fatores e elementos de diversas instâncias sociais e/ou tecnológicas. Dando como exemplo a localidade foco desta pesquisa, podemos, de fato, utilizar a concepção de risco híbrido para a sua análise, pois, a erosão eólica em ambiente dunar é um processo que origina a situação de risco de soterramento e movimento gravitacional de massa, sendo este processo intensificado por uma ocupação irregular ou inadequada neste ambiente que é habitado por uma população socioeconomicamente vulnerável. O quadro 1 demonstra as três (3) principais instâncias (tipos de riscos) do risco híbrido, assim como, o conceito dos riscos híbridos, segundo Mendonça e Buffon (2021).

Quadro 1 - Os tipos de riscos.

TIPO DE RISCO	ORIGEM	EXEMPLOS
Risco Natural	Eventos extremos da natureza podendo ser climáticos, geológicos, pedológicos, geomorfológicos, hídricos, entre outros; podem ser isolados ou combinados. Se apresentam como ameaças e/ou perigos aos grupos humanos a eles expostos.	Terremotos; Desmoronamento de Solo; Erupções Vulcânicas; Ciclones; Tempestades; Chuvas Fortes; Nevascas; Chuvas de Granizo; Seca; Desertificação; Poluição; Processos Erosivos; Inundações; etc.
Risco Social	Possui sua origem ligada em eventos derivados de conflitos e crises sociais, como por exemplo, problemas socioeconômicos, políticos, culturais, esportivos, dentre outros; podem ser isolados ou combinados. Se apresentam como ameaças e/ou perigos aos grupos humanos a eles expostos.	Fome; Violência; Guerra; Miséria; Pobreza; Desemprego; Distúrbios; etc.
Risco Tecnológico	Originam-se em acidentes tecnológicos derivados do mau funcionamento de processos produtivos gerais provenientes da indústria, agricultura, telecomunicação, produção de energia, transporte, dentre outros; podem ser isolados ou combinados. Se apresentam como ameaças e/ou perigos aos grupos humanos a ele expostos.	Transporte de Produtos Químicos; Redes de Distribuição de Energias; Aviação; Vazamentos De Produtos Perigosos; Poluição por Agrotóxico;etc.
Risco Híbrido	Tem origem na associação entre dois ou mais riscos específicos (Naturais, Sociais, Tecnológicos, etc, sendo intensificados pela imbricação de fatores e elementos diversos.	"Resultam da inter-relação entre um ou mais riscos" (Mendonça e Buffon, p.24, 2021). Origem X, Intensificador Y.

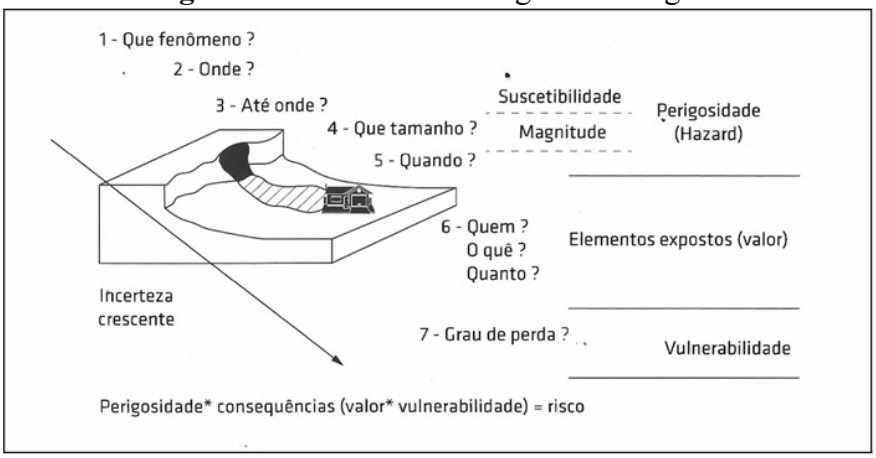
Fonte: Elaborado pelos autores (2025), adaptado de Silva (2024), baseado em Mendonça e Buffon (2021, p.23).

Riscos Geomorfológicos

Partindo da concepção proposta por Mendonça e Buffon (2021), pode-se considerar os riscos geomorfológicos como um risco híbrido, pois, "Os riscos híbridos explicitam o fato de que os três grandes grupos (naturais, sociais e tecnológicos) raramente se manifestam de maneira isolada um do outro." (MENDONÇA; BUFFON, 2021, p. 26). Desta forma, é indispensável a análise integrada dos fatores que atuam no espaço geográfico, tanto os da natureza como os da sociedade. Nesse contexto, destaca-se que a gênese dos riscos não corresponde apenas a elementos naturais, uma vez que a visão sistêmica do ambiente (natural e social) explica muitos dos perigos cotidianos da/na sociedade (MENDONÇA;

BUFFON, 2021, p. 26). Assim, segundo Silva (2024) o risco geomorfológico seria, em essência, um risco natural, porém, levando em consideração uma abordagem socioambiental, o mesmo pode ser considerado um risco híbrido e a sua análise deve ser realizada a partir da interação entre os aspectos geográficos atuantes. Melo e Zêzere (2021) afirmam que uma análise de risco geomorfológico deve perpassar sete questões, sendo elas: 1. Que fenômeno?; 2. Onde?; 3. Até 33 onde?; 4. Que tamanho?; 5 .Quando?; 6. Quem, o quê e quanto? e 7. Grau de perda? (Figura 2).

Figura 2 – Análise do risco geomorfológico



Fonte: Melo e Zêzere (2021), adaptado de Leroi (1996).

Todas estas perguntas possuem uma importância para a análise dos riscos geomorfológicos abordando e avaliando a perigosidade, a suscetibilidade, a vulnerabilidade e os elementos expostos em uma situação deste tipo de risco. O quadro 2 aborda os conceitos destes indicadores utilizados para mensurar o grau de risco geomorfológico.

Quadro 2 - Indicadores na análise do risco geomorfológico.

INDICADOR	CONCEITOS
Perigosidade	Probabilidade de ocorrência de um movimento de massa em vertente com determinada magnitude, num dado período e numa dada área (Varnes, 1984).
Suscetibilidade	Propensão de uma vertente para sofrer movimentos de massa, em função da presença de um conjunto de fatores de predisposição, independentemente da frequência temporal. (Melo e Zêzere, 2021).
Elementos Expostos	Correspondem a populações, propriedades, estruturas, infraestruturas, atividades econômicas etc. expostas a um processo perigoso num determinado território (UNDRO, 1979; UNDRO, 2004).
Vulnerabilidade	Grau de perda resultante da ocorrência de um movimento de massa em vertente de determinada magnitude, expressa numa escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total) (Varne, 1984).

Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Adaptado de Silva (2024). Baseado em Melo e Zêzere (2021).

Ademais, Melo e Zêzere (2021), com base em Glade e Crozier (2005), afirmam que a compreensão dos riscos geomorfológicos exige uma análise dos fatores que influenciam diretamente a instabilidade de feições no relevo terrestre. Esses fatores são comumente classificados em três categorias principais: fatores de predisposição, fatores preparatórios e fatores desencadeantes. Cada um desses elementos desempenha um papel específico e interdependente na evolução dos processos geomorfológicos, especialmente em contextos de eventos extremos, como movimentos de massa, escorregamentos e colapsos estruturais.

Segundo Melo e Zêzere (2021), os fatores de predisposição são estáticos por natureza e estão diretamente associados às características intrínsecas do terreno. Esses elementos condicionam a variação espacial do potencial de instabilidade de uma determinada área, sendo, portanto, fundamentais para a compreensão da suscetibilidade geológica e geomorfológica. Sua influência não se limita à determinação do grau de estabilidade local, podendo ainda funcionar como catalisadores de fatores dinâmicos subsequentes. Entre os principais fatores de predisposição, destacam-se a litologia, a declividade, a hipsometria, a geomorfologia, a pedologia e as características das vertentes. O reconhecimento detalhado desses elementos é essencial na etapa de mapeamento de áreas de risco, pois fornecem a base estrutural para a ocorrência de instabilidades.

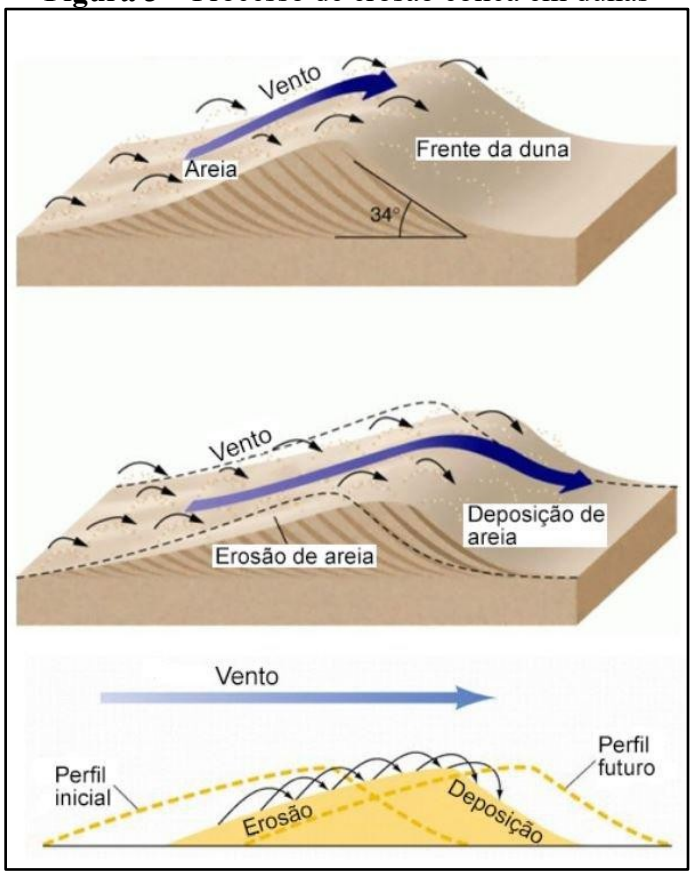
Já os fatores preparatórios atuam em conjunto com os fatores de predisposição, contribuindo para a redução progressiva da margem de estabilidade de determinadas feições geomorfológicas ao longo do tempo. Esses fatores operam em escalas temporais variáveis — de eventos de longa duração a intervenções de curto prazo — e, embora não sejam os responsáveis diretos pela deflagração de eventos críticos, cumprem papel fundamental como agentes impulsionadores. A ação de processos como a meteorização, movimentos tectônicos, desflorestação, erosão e intervenções antrópicas contínuas, por exemplo, alteram o equilíbrio físico-químico dos materiais e das estruturas do relevo, preparando o terreno para uma possível instabilidade.

Por fim, os fatores desencadeantes constituem o elo final da cadeia de instabilidade, sendo responsáveis diretos pela transição entre uma condição marginalmente estável e um estado de instabilidade ativa. Esses fatores definem o ritmo temporal e a intensidade dos processos geomorfológicos dinâmicos, como os movimentos de massa, sendo, portanto, os agentes imediatos do início dos eventos. A precipitação intensa, a rápida fusão de neve, a precipitação prolongada, as erupções vulcânicas, a atividade sísmica e a abertura de taludes artificiais figuram entre os principais exemplos. A ocorrência simultânea ou sucessiva de múltiplos fatores desencadeantes pode amplificar significativamente o grau de risco, sobretudo em áreas já previamente vulneráveis devido à atuação dos fatores predisponentes e preparatórios.

Fragilidades Ambientais em Ambientes Dunares

Dentre os diversos tipos de terrenos suscetíveis à ocorrência de eventos extremos, como inundações, deslizamentos de terras e processos erosivos, destacam-se, nesta pesquisa, os terrenos dunares. Esses ambientes, por serem constituídos majoritariamente por materiais não cimentados, apresentam elevada fragilidade frente a intervenções antrópicas, especialmente cortes em taludes para fins habitacionais nas encostas e vertentes. Além disso, a dinâmica geomorfológica das dunas é fortemente influenciada pela erosão eólica (Figura 3), responsável pelo transporte de sedimentos que, frequentemente, atingem edificações situadas nas proximidades do campo dunar, agravando os riscos à população.

Figura 3 – Processo de erosão eólica em dunas



Fonte: Geoparque Litoral de Viana do Castelo (2023)

Diante deste cenário, a análise de risco geomorfológico, sob a perspectiva do risco híbrido, exige o aprofundamento no estudo das feições do relevo local, com ênfase na caracterização das vertentes, estabelecendo correlações entre as formas atuais e os processos pretéritos responsáveis pela gênese e evolução do relevo (ROSS, 2003, p. 17).

A área de estudo está situada no município de Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte. De acordo com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB, 2008), a expansão urbana da cidade ocorreu de forma predominantemente horizontal, com significativa ocupação de terrenos dunares. Tal realidade reforça a necessidade de compreensão aprofundada da geomorfologia local para subsidiar uma análise de risco eficaz e territorialmente contextualizada.

As dunas, por sua natureza sedimentar e processos formativos, configuram-se como áreas extremamente sensíveis a alterações. Estas são definidas como montes de areias móveis compostos por grãos de quartzo, acumulados pela ação contínua dos ventos dominantes, que removem os grãos do lado exposto (barlavento) e os depositam no lado protegido (sotavento) (SEMURB, 2008, p. 9).

Segundo Silva (2024), a vulnerabilidade dessa feição geomorfológica pode ser analisada com base em dois parâmetros cruciais para a análise de risco: a declividade do terreno e as características pedológicas. Devido à atuação da dinâmica eólica, os flancos a barlavento tendem a apresentar declividades mais suaves, enquanto as vertentes a sotavento frequentemente ultrapassam os 30% de inclinação, tornando-se áreas críticas para ocupação humana. Além disso, o substrato pedológico dessas dunas é predominantemente composto por areias quartzosas pouco consolidadas, resultado de um processo pedogenético que limita significativamente a coesão e estabilidade do solo, agravando ainda mais os riscos associados à ocupação desordenada.

Cabe destacar que a análise das fragilidades naturais de uma formação geomorfológica é essencial para a compreensão da formação de riscos em ambientes suscetíveis à atuação de processos morfodinâmicos. Segundo Ross (2003), a avaliação dos graus de fragilidade deve considerar, prioritariamente, as características lito-pedológicas do terreno, uma vez que estas condicionam a resistência do meio aos agentes erosivos, especialmente os relacionados ao escoamento superficial das águas pluviais. Nesse contexto, destaca-se a importância de mensurar dois atributos geomorfológicos fundamentais: a dissecação do relevo e a erodibilidade dos solos.

A dissecação, conforme definido por Bertolini e Deodoro (2018, p. 183), expressa a energia interna do sistema geomorfológico, refletida na esculturação recente do relevo. Assim, sua mensuração torna-se um indicador valioso para a avaliação da morfodinâmica da paisagem. Relevos mais dissecados tendem a apresentar maior instabilidade, especialmente em contextos de ocupação urbana desordenada. Em complemento, a erodibilidade do solo – entendida como a suscetibilidade à desagregação e transporte de partículas – é influenciada por propriedades como a granulometria, a estabilidade estrutural, o teor de matéria orgânica e a natureza mineralógica das argilas presentes, conforme apontado por Vitte e Melo (2007, p. 109–110). A partir desses parâmetros, torna-se possível identificar e quantificar as fragilidades ambientais de uma área.

Segundo Ross (2003), a declividade do terreno, por exemplo, relaciona-se diretamente com os índices de dissecação, sendo que áreas com inclinações superiores a 30% indicam alto grau de fragilidade morfodinâmica. Do mesmo modo, solos como areias quartzosas e latossolos arenosos, frequentemente encontrados em terrenos dunares, apresentam alta suscetibilidade à erosão, agravando os riscos associados à ocupação humana nestes locais.

Ross (2003) também enfatiza a importância da cobertura do solo – seja ela natural ou antrópica – e das condições climáticas, especialmente o regime pluviométrico, como fatores adicionais na identificação de riscos. Essas características, quando associadas aos indicadores sociais – como vulnerabilidades socioeconômicas e ocupações inadequadas – configuram cenários de risco híbrido, sendo o risco geomorfológico uma de suas expressões mais evidentes.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na tentativa de alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa, fez-se necessária a escolha de uma metodologia voltada para a setorização de áreas de risco, bem como determinadas adaptações, tendo em vista a escolha da escala microlocal. Para tanto, foi utilizada a metodologia proposta pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), destinada à setorização de áreas de risco geológico em escala nacional (BRASIL, 2022).

Segundo o SGB, tal mapeamento tem por objetivo identificar, delimitar e caracterizar áreas de encostas e planícies de inundação sujeitas à ocorrência de processos destrutivos, como movimentos de massa, enxurradas e inundações. Cabe destacar que essa metodologia é aplicada em todo o território nacional, utilizando escalas que variam de 1:1.000 a 1:3.000. A metodologia proposta pelo SGB é composta por seis (06) etapas, que abrangem tanto atividades de gabinete quanto de campo. As etapas são:

1. Análise de dados históricos de ocorrências;
2. Estudos sobre relevo, geologia e solos;
3. Levantamento de campo;
4. Delimitação de setores de risco;
5. Elaboração de produtos; e,
6. Alimentação do banco de dados.

A primeira etapa compreende levantamentos bibliográficos e documentais. A segunda etapa baseia-se em dados secundários de órgãos públicos, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), com o intuito de analisar informações sobre os aspectos físicos. Ainda nesta segunda etapa, ocorre a análise de imagens de satélites por meio da plataforma Google Earth. A terceira etapa refere-se à realização de atividades de campo, visando identificar evidências de risco, como rachaduras, postes e árvores inclinadas, entre outros. As etapas quatro e cinco consistem, respectivamente, na delimitação dos setores por meio do Google Earth e na elaboração de mapas, relatórios, pranchas e produtos em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A sexta e última etapa da metodologia corresponde à formação de um banco de dados, o qual é disponibilizado às defesas civis dos estados e municípios, bem como às secretarias municipais e à sociedade em geral, por meio do site do SGB.

Tomando como base essa metodologia, a presente pesquisa realizou adaptações, considerando que a escala de análise é de detalhe. Para tanto, houve a necessidade de aprimorar a aquisição de dados por sensoriamento remoto, substituindo o uso do Google Earth pela utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP), além da incorporação do levantamento de dados socioeconômicos referentes ao setor censitário correspondente a área em estudo. Além disso, as etapas metodológicas foram reduzidas para cinco (05), a saber:

1. Levantamento de dados secundários;
2. Pré-campo;
3. Atividades de campo;
4. Organização e processamento de dados; e,
5. Análise de dados e confecção dos produtos finais.

Levantamento de Dados Secundários

Esta etapa consistiu na coleta de dados históricos referentes a ocorrências de desastres na área em estudo, por meio da análise de notícias em veículos de imprensa, artigos científicos, teses, dissertações e documentos de órgãos públicos, como secretarias de meio ambiente e defesa civil. Também foram analisadas informações sobre os aspectos físicos e socioeconômicos do bairro de Cidade Nova por meio de pesquisa bibliográfica e documental, embora tenha sido identificado um déficit de atualizações nesses dados, o que motivou a realização de um diagnóstico geoambiental complementar, o qual foi publicado no Anais do V Simpósio Brasileiro de Geografia Física do Nordeste, ocorrido na cidade do Recife/PE, em 2023.

Pré-Campo

A fase de pré-campo envolveu o planejamento das atividades de reconhecimento da área em estudo e a escolha dos instrumentos a serem utilizados, destacando-se a seleção de imagens de alta resolução captadas por Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) utilizando o modelo de imagens oblíquas. Além disso, foi elaborada uma ficha de campo, com o objetivo de sistematizar as observações *in loco* voltadas à identificação de feições de risco, como escorregamentos e alagamentos e as demais características da geomorfologia local.

Levantamento de Dados Primários

A etapa de coleta de dados em campo foi dividida em três momentos: (I) observação direta da paisagem para reconhecimento preliminar e identificação dos riscos na

localidade analisada, realizada no dia 13 de abril de 2024; (II) levantamento aerofotogramétrico com captação de imagens oblíquas por ARP, atividade realizada no dia 29 de maio de 2024, com o apoio do grupo de pesquisa Georisco, do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Esta atividade integrou os procedimentos do projeto do Plano Municipal de Redução de Riscos de Natal; e (III) preenchimento da ficha de observação com informações referentes aos fatores predisponentes, preparatórios e desencadeantes dos riscos geomorfológicos, procedimento este, realizado no dia 14 de setembro de 2024.

Organização e Processamento dos Dados

Os dados primários foram organizados e sistematizados, priorizando a seleção de imagens que evidenciam situações de risco. Foram elencadas evidências relevantes para a delimitação dos setores de risco, complementadas pelas informações das fichas de campo, com foco na identificação dos tipos de risco e seus fatores condicionantes.

Análise de Dados e Confecção de Produtos Finais

Com base na análise integrada dos dados obtidos e processados em softwares de planilhas e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), foram delimitados os setores de risco presentes na área em estudo. Como produtos finais da pesquisa, foram elaborados: (I) Caracterização geoambiental de Cidade Nova - Natal/RN; (II) o Mapa de setores de risco; e (III) Tabelas analíticas com os fatores influenciadores do risco e sugestões de intervenção por setor.

SUSCETIBILIDADE E VULNERABILIDADE AOS RISCOS GEOMORFOLÓGICOS (CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E DINÂMICA DE OCUPAÇÃO URBANA)

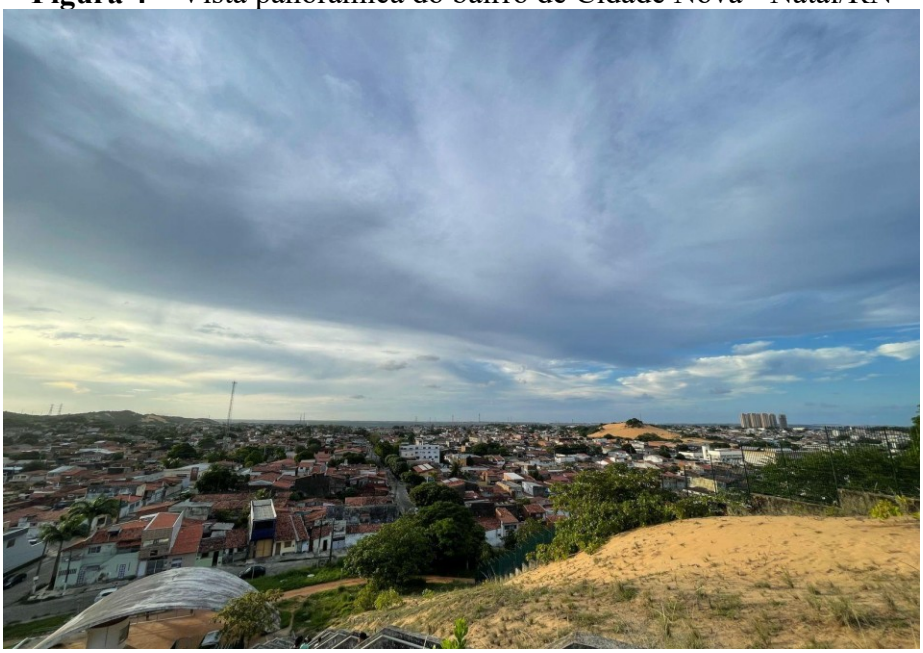
A análise geoambiental do bairro de Cidade Nova, por meio de pesquisa bibliográfica e análises em campo, teve como objetivo identificar os fatores físicos e dinâmica de ocupação urbana que contribuem para a vulnerabilidade e risco geomorfológico local. Segundo a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo do município de Natal/RN - SEMURB (2012), o bairro está inserido em uma área de 262,12 hectares, localizada na Zona Administrativa Oeste de Natal e incluída em uma Zona Especial de Proteção Ambiental (ZPA-1).

Conforme Silva (2023) a partir de dados da CPRM (2023) a geologia local é marcada pelos Depósitos Eólicos Litorâneos de Paleodunas, formados no Quaternário por ação dos ventos, os quais configuram uma paisagem de elevada fragilidade natural, com potencial aquífero subterrâneo.

Geomorfologicamente, o bairro é composto por campos de dunas e tabuleiros, com altitudes que não ultrapassam os 100 metros. De acordo com Silva (2023), as maiores elevações, próximas a 90,75 metros, correspondem aos topos das dunas. O relevo apresenta predominância de áreas planas e suavemente onduladas (0 a 8%), mas nas dunas a inclinação chega a 20%, aumentando o risco de rastejamentos (Figura 4).

Segundo a SEMURB (2012), a ocupação do bairro remonta à década de 1960, com intensificação nos anos 1970 devido à instalação de um lixão, que atraiu famílias em busca de renda através da coleta e venda de resíduos. Essa ocupação inicial esteve fortemente associada à precariedade socioeconômica e à ausência de políticas públicas de habitação.

Figura 4 – Vista panorâmica do bairro de Cidade Nova - Natal/RN



Fonte: Jeferson Gomes da Silva (2025).

Atualmente, o referido bairro abriga áreas com infraestrutura urbana irregular, onde parte da população reside em condições precárias, próximas às dunas. Entre os estudos analisados, destaca-se o de Silva (2024), que discute como os próprios moradores, após ocuparem as áreas situadas nas vertentes das dunas, tentam conter o movimento natural dessas feições geomorfológicas.

Silva (2024) destaca que o bairro de Cidade Nova é atravessado por campos de dunas, e tal característica interfere diretamente na dinâmica cotidiana local, visto que o processo de urbanização ocorreu sobre essas formações. Os moradores recorrem à construção de barreiras improvisadas como forma de contenção, no entanto, esse controle revela-se extremamente difícil — senão inviável — dada a natureza instável do relevo.

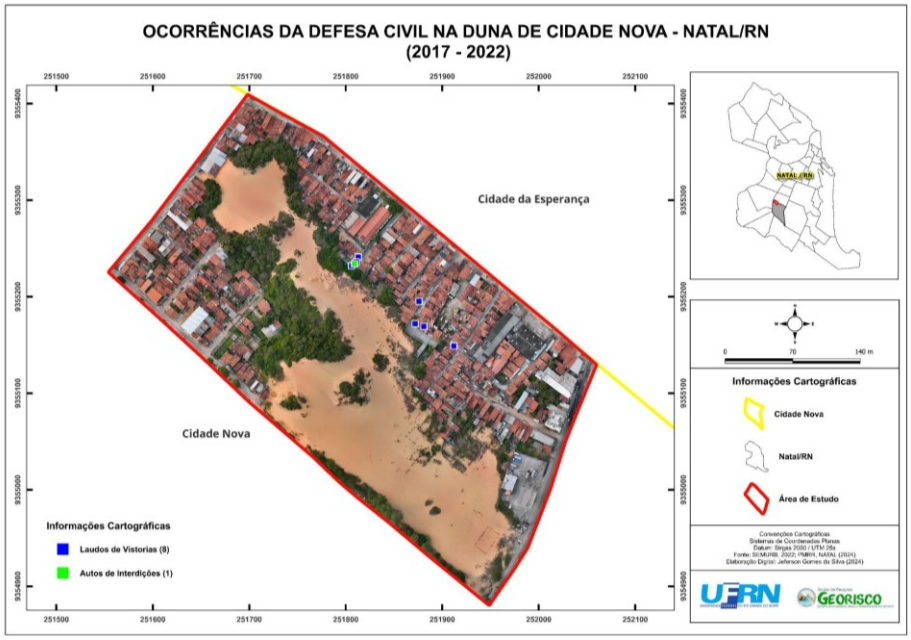
Ademais, Silva (2024) classifica essas ações de contenção improvisada como "tentativas de controle", que representam uma das poucas alternativas possíveis frente à lógica de produção do espaço imposta pelo sistema capitalista, o qual, segundo Rochefort (2008), é responsável pela criação e perpetuação de espaços de pobreza. Rochefort (2008) ainda ressalta que, entre os diversos problemas urbanos enfrentados pelos países do Sul Global, destaca-se a questão habitacional. Assim, a ocupação inadequada da área de estudo deve ser compreendida não como uma escolha individual, mas como uma consequência direta da ausência de políticas públicas efetivas de moradia e infraestrutura urbana.

EVIDÊNCIAS DE RISCOS GEOMORFOLÓGICOS

Com o objetivo de contribuir para a setorização da área em estudo segundo os riscos identificados, esta pesquisa baseou-se em levantamentos bibliográficos e documentais, além da análise de dados disponibilizados pela Defesa Civil de Natal por meio do sistema SIG-Desastre. De acordo com Costa (2023), esse sistema exerce um papel essencial na gestão de riscos e no planejamento territorial, ao fornecer informações cruciais para a formulação de políticas públicas voltadas à redução de desastres. Sua riqueza informacional também o torna uma ferramenta estratégica para embasar investigações científicas voltadas à identificação de áreas de risco no município de Natal/RN, como é o caso da presente pesquisa.

Através do SIG-Desastre foi possível mapear as ocorrências registradas pela Defesa Civil no entorno da duna entre os anos de 2017 e 2022 (Figura 5), totalizando nove (09) ocorrências, sendo oito (08) Laudos de Vistorias e um (01) Auto de Interdição. Os dados revelam que, embora a maioria das edificações vistoriadas não apresentassem comprometimento estrutural aparente, há casos de alerta. Com base em Silva (2024, p.70), destaca-se um auto de interdição (AI_3177_0822) que relata a presença de rachaduras e trincas em uma residência localizada em área de risco imediato, com contato direto com a massa arenosa da duna — evidência clara de impacto direto do processo erosivo sobre as construções.

Figura 5 – Ocorrências da defesa civil de Natal, na área em estudo.



Fonte: SEMURB, 2022.

Esses dados confirmam a intensa ocupação urbana sobre o campo dunar, com edificações situadas em áreas suscetíveis à dinâmica natural da duna. Apesar de apenas uma residência ter sido formalmente interditada entre 2017 e 2022, o avanço progressivo da duna representa uma ameaça de soterramento gradual das construções situadas em seu entorno.

Complementando os dados secundários, as atividades de campo desempenharam um papel fundamental na identificação e análise das situações de risco. Foram realizadas três visitas à área em estudo ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, cada uma com objetivos específicos. A primeira visita, em 13 de abril de 2024, teve como finalidade observar indícios de risco *in loco* e orientar a definição das áreas prioritárias para o levantamento aerofotogramétrico. Durante essa atividade, além de processos erosivos evidentes, foi possível identificar pontos críticos de alagamento em áreas mais baixas, como na Avenida Solange Nunes do Nascimento (Figura 6).

Figura 6 – Evidência de alagamento na Av. Solange Nunes do Nascimento

Fonte: Jeferson Gomes da Silva (2024).

Esse alagamento, relatado por moradores, é causado principalmente pelo entupimento de galerias pluviais devido ao acúmulo de sedimentos arenosos. Embora apenas uma residência, com cerca de cinco moradores, sofra diretamente com o problema, os impactos são mais amplos. A avenida em questão é a principal via de ligação entre os bairros Cidade Nova e Cidade da Esperança, sendo também utilizada por moradores dos bairros Planalto e Felipe Camarão. Assim, os episódios de alagamento resultam em transtornos diversos, como prejuízos materiais (danos a veículos) como perdas de placas, além das dificuldades de locomoção e riscos à saúde devido à potencial contaminação da água acumulada.

O levantamento aerofotogramétrico foi realizado em 29 de maio de 2024, com o apoio do grupo de pesquisa Georisco, vinculado ao Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Esta atividade integrou as ações do Plano Municipal de Redução de Riscos de Natal e foi essencial para a análise da área em estudo. Utilizou-se também uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), modelo DJI Mavic 3, equipada com câmera Hasselblad de alta resolução, capaz de captar imagens oblíquas que permitiram uma leitura detalhada da paisagem.

As imagens obtidas possibilitaram a identificação de diversas evidências de risco, entre as quais destacam-se:

- **Feições erosivas**, que indicam a instabilidade da superfície arenosa e sua tendência de mobilidade (Figura 7);
- **Ocupações irregulares**, construídas em áreas suscetíveis ao deslocamento da duna (Figura 8);
- **Estruturas de contenção improvisadas**, como muros e barreiras construídas pelos próprios moradores, numa tentativa de mitigar os efeitos do avanço arenoso (Figura 9).

Figura 7 – Feições erosivas

Fonte: Os Autores (2024), com base no acervo de campo do PMRR/NATAL (2024).

Figura 8 – Ocupações irregulares sobre a duna

Fonte: Os Autores (2024), com base no acervo de campo do PMRR/NATAL (2024).

Figura 9 – Estruturas de contenção improvisadas

Fonte: Os Autores (2024), com base no acervo de campo do PMRR/NATAL (2024).

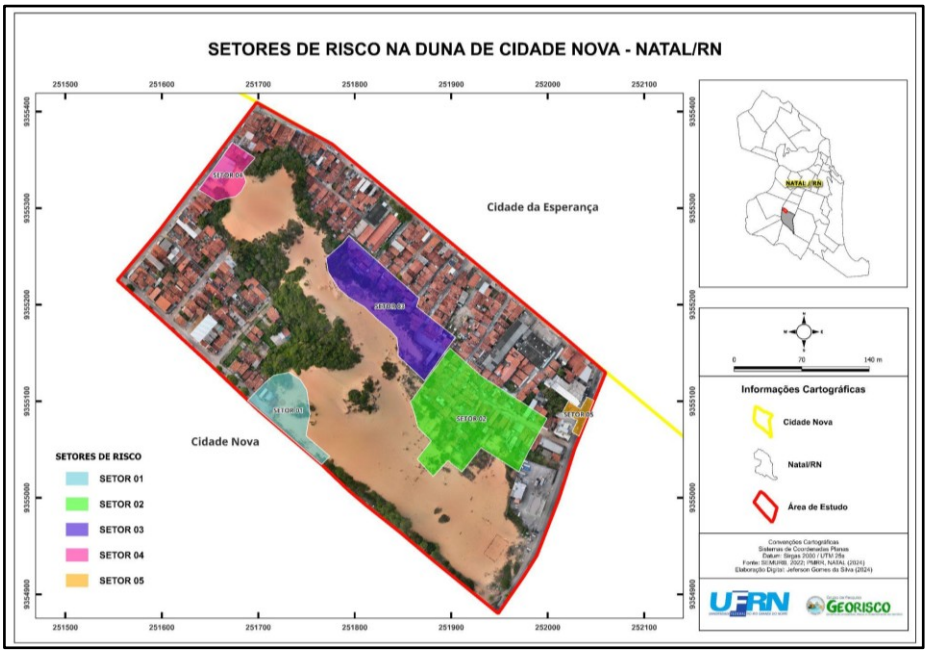
Esses elementos, quando analisados em conjunto, evidenciam a vulnerabilidade socioambiental da área em estudo, marcada pela convivência direta entre ocupações humanas e feições geomorfológicas dinâmicas, cuja gestão eficaz depende de ações integradas entre planejamento urbano, políticas habitacionais e gestão ambiental.

SETORIZAÇÃO DO RISCO GEOMORFOLÓGICO NA ÁREA EM ESTUDO

A etapa final desta pesquisa consistiu na aplicação de fichas de observação de campo por setor, realizada em 14 de setembro de 2024. Essa atividade permitiu identificar com mais precisão os processos geomorfológicos de erosão eólica, o avanço da ocupação urbana sobre a duna e as tentativas locais de controle dos riscos por meio de contenções improvisadas, conforme discutido por Silva (2024).

A setorização da área em estudo foi realizada com base na integração dos dados obtidos por aerolevantamento com ARP, observações de campo e informações do SIG-Desastre da Defesa Civil de Natal. A partir dessa confluência de dados, foram delimitados cinco (05) setores de risco, cada um com características geomorfológicas, tipos de solo, declividades e usos distintos, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Setores de Risco na duna do Bairro de Cidade Nova - Natal/RN



Fonte: SEMURB, 2022.

O quadro 3 sintetiza os fatores de predisposição (como a presença de dunas com neossolos quartzarênicos), preparatórios (processos erosivos a longo prazo e ocupação urbana) e desencadeantes (chuvas intensas, infiltração e movimentos de massa) que contribuem para a ocorrência de riscos em cada setor.

Quadro 3 - Fatores de influência do risco geomorfológico por setor de risco da na duna do bairro de Cidade Nova - Natal/RN.

SETORES	FATORES DE PREDISPOSIÇÃO	FATORES PREPARATÓRIOS	FATORES DESENCADEANTES
SETOR 1	Geomorfologia: Duna(feições arenosas não cimentadas) Características das Vertentes: Vertente a Sotavento;Vertente da duna não vegetada Declividade:Terreno Suavemente Ondulado (Declividade 10% a 20%) Pedologia: Neossolo Quartzarênico	Processo Erosivo Eólico Ocupação Urbana	Rastejo por Gravidade, Infiltração/ou vazamento no solo
SETOR 2	Geomorfologia:Duna (feições arenosas não cimentadas) Características Das Vertentes:Vertente a Barlavento;Vertente da duna vegetada (gramíneas e arbustos) Declividade:Terreno Plano ou Ligeiramente Convexado (Declividade-10%)	Processo Erosivo Eólico Ocupação Urbana	Rastejo por Gravidade, Infiltração/ou vazamento no solo

	Pedologia: Neossolo Quartzarênico		
SETOR 3	Geomorfologia:Duna (feições arenosas não cimentadas) Características Das Vertentes:Vertente a Barlavento;Vertente da duna vegetada (gramíneas e arbustos) Declividade:Terreno Plano ou Ligeiramente Convexado (Declividade-10%) Pedologia: Neossolo Quartzarênico	Processo Erosivo Eólico Ocupação Urbana	Rastejo por Gravidade, Infiltração/ou vazamento no solo
SETOR 4	Geomorfologia:Duna (feições arenosas não cimentadas) Características Das Vertentes:Vertente a Sotavento;Vertente da duna vegetada (gramíneas e arbustos) e partes mais críticas não vegetadas Declividade:Terreno Suavemente Ondulado (Declividade 10% a 20 %) Pedologia: Neossolo Quartzarênico	Processo Erosivo Eólico Ocupação Urbana	Rastejo por Gravidade, Infiltração/ou vazamento no solo
SETOR 5	Geomorfologia:Duna (feições arenosas não cimentadas) Declividade:Terreno Plano ou Ligeiramente Convexado (Declividade-10%) Pedologia: Neossolo Quartzarênico	Processo de Alagamento	Precipitação Intensa,obstrução da rede de drenagem

Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em Silva (2024).

Essa setorização e análise do risco geomorfológico nesta localidade fornece uma base técnica consistente para a formulação de políticas públicas e estratégias de mitigação voltadas à redução dos riscos geomorfológicos na área estudada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa constatou que a área em estudo apresenta uma dinâmica de risco híbrido, relacionada às características socioambientais locais. De um lado, destaca-se a fragilidade geomorfológica do terreno, composto majoritariamente por dunas; de outro, evidencia-se a problemática urbana decorrente da ocupação desordenada. Tal contexto leva parte da população a ocupar áreas ambientalmente sensíveis para estabelecer suas moradias, configurando fatores determinantes para a formação e evolução do risco geomorfológico.

Essa dinâmica foi identificada tanto nos levantamentos secundários quanto nas atividades de campo, as quais buscaram evidenciar elementos representativos da problemática.

Entre os principais achados, destacam-se as tentativas de controle informal do avanço das dunas, como o uso de pneus e outras formas de contenções improvisadas e as feições erosivas observadas em pontos específicos das vertentes analisadas.

Além disso, a utilização da escala microlocal de análise demonstrou ser essencial para investigações no campo da gestão de riscos e da redução de desastres, sobretudo no que diz respeito à tomada de decisões por parte do poder público. Os resultados obtidos fornecem subsídios técnicos para a formulação de políticas públicas estruturais e não estruturais, entre as quais destacam-se: a implantação de sistemas de contenção baseados em soluções naturais nos setores mais vulneráveis; a recuperação das vertentes degradadas da duna; e a definição de áreas prioritárias para vistorias por parte da Defesa Civil.

Por fim, ressalta-se que os riscos são dinâmicos, não podendo ser considerados estáticos no espaço e no tempo. Embora a área em estudo não esteja entre as mais críticas da cidade de Natal/RN, os resultados apontam para a existência de fragilidades físicas e sociais significativas, que favorecem o agravamento de situações de risco. Diante disso, considera-se de fundamental importância a realização contínua de pesquisas técnico-científicas e intervenções adequadas, tanto estruturais quanto não estruturais.

REFERÊNCIAS

BERTOLINI e DEODORO, Willian Zanete e Sandra Cristina. Estudo da Dissecação do Relevo no Alto Rio Piranga (MG). **Geociências (UNESP)**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 183-192, 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Cartilha: Mapeamento de Áreas de Risco Geológico. **Serviço Geológico do Brasil, CPRM**. Capacitação em Percepção e Mapeamento de Áreas de Risco Geológico, Escola Virtual do Governo, 2022.

COSTA, Mariana Raissa Paula da Silva. **Banco de dados e sistemas de informações geográficas sobre desastres na cidade de Natal/RN (Brasil) entre os anos de 2017- 2022.** 2023. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia)- Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB/CPRM. GeoSGB – Geoportal do Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: https://geoportal.sgb.gov.br/geosgb Acesso em: 2023.

GEOPARQUE LITORAL DE VIANA. E tudo o vento levou. Disponível em: https://www.geoparquelitoralviana.pt/explorar/dunas-trepadoras-do-faro-de-anha/e-tudo-o-vento-levou/. Acesso em: 2 março 2025.

GLADE, T. & CROZIER, M.J. The nature of landslide hazard impact. Landslide Hazard and Risk. Jonh Wiley e Sons Ltd., West Sucessex, England. 2005.

JANCZURA, Rosane. Risco ou Vulnerabilidade Social?. **Textos e Contextos**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 301-308, dez. 2012.

MELO e ZÊZERE, Raquel e José Luís. Deslizamentos Superficiais e Escoadas de Detritos: Caracterização dos Processos e Avaliação da Suscetibilidade à ruptura e à Propagação.

In: MENDONÇA, Francisco. **Riscos Híbridos: concepções e perspectivas socioambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2021. p. 81-111.

MENDONÇA e BUFFON, Francisco e Elaiz Aparecida Mensch. Riscos Híbridos. In: MENDONÇA, Francisco. **Riscos Híbridos: concepções e perspectivas socioambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2021. p. 81-111.

ROCHEFORT, Michel. **O Desafio Urbano nos Países do Sul**. Tradução: Maria Adélia Aparecida de Souza. EDIÇÕES TERRITORIAL- Campinas, Brasil, 2008.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia: ambiente e planejamento** / Jurandyr Luciano Sanches Ross. 7. ed.– São Paulo : Contexto, 2003. (Repensando a Geografia).

SEMURB, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Conheça melhor seu bairro: Cidade Nova (2012)**. Natal- Rio Grande do Norte, 2012. Disponível em: https://www.prefeitura.natal.br/storage/app/media/sempla/Cidade_Nova.pdf. Acesso em: 03/01/2024.

SEMURB, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Dunas: relatório e atlas do mapeamento e caracterização dos remanescentes de dunas do município de Natal. RN**. Natal- Rio Grande do Norte, 2008.

SILVA, Jeferson Gomes da; COSTA, Mariana Raissa Paula da Silva; ALMEIDA, Lutiane Queiroz de; LIMA, Gabriella Cristina Araújo de. **Diagnóstico Geoambiental do Bairro de Cidade Nova, Natal/RN**. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA DO NORDESTE, V, 2023, Recife.

SILVA, Jeferson Gomes da. **Riscos geomorfológicos na duna do bairro Cidade Nova em Natal/RN: uma abordagem microlocal**. 2024. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2024.

SILVA, Emilly Domingos da. **Práticas cotidianas: a invenção do bairro de Cidade Nova, Natal- RN**. Orientadora: Dra. Eugênia Maria Dantas. 2024. 124f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2024.

VITTE e MELLO. Antônio Carlos e Juliano Pereira de. **Considerações Sobre a Erodibilidade dos Solos e a Erosividade das Chuvas e Suas Consequências na 82 Morfogênese das Vertentes: Um Balanço Bibliográfico**. Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro- V.2, n. 2, p. 107-133, jul./dez., 2007.