



# GEOTECNOLOGIA APLICADA NO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA

---



Vinnícius Vale Dionízio França  
Jhonathan Lima De Souza  
Andreza Dos Santos Louzeiro  
Marysol Dantas De Medeiros  
Yuri Marques Macedo

**GEOTECNOLOGIA APLICADA NO  
MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE  
MOVIMENTO DE MASSA**

---

Todo o conteúdo apresentado neste livro é de responsabilidade do(s) autor(es).

Esta publicação está licenciada sob [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

## **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA  
(Editor-Chefe)

Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA

Prof. Dr. Aldrin Vianna de Santana-UNIFAP

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Raquel Silvano Almeida-Unespar

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Ilka Kassandra Pereira Belfort-Faculdade Laboro

Prof.<sup>a</sup>. Dr. Renata Cristina Lopes Andrade-FURG

Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves-IFF

Prof. Dr. Clézio dos Santos-UFRRJ

Prof. Dr. Rodrigo Luiz Fabri-UFJF

Prof. Dr. Manoel dos Santos Costa-IEMA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Isabella Macário Ferro Cavalcanti-UFPE

Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA

Prof. Dr. Deivid Alex dos Santos-UEL

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Maria de Fatima Vilhena da Silva-UFPA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Dayse Marinho Martins-IEMA

Prof. Dr. Daniel Tarciso Martins Pereira-UFAM

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Elane da Silva Barbosa-UERN

Prof. Dr. Piter Anderson Severino de Jesus-Université Aix Marseille

Nossa missão é a difusão do conhecimento gerado no âmbito acadêmico por meio da organização e da publicação de livros científicos de fácil acesso, de baixo custo financeiro e de alta qualidade!

Nossa inspiração é acreditar que a ampla divulgação do conhecimento científico pode mudar para melhor o mundo em que vivemos!

Equipe RFB Editora

Vinnícius Vale Dionízio França  
Jhonathan Lima De Souza  
Andreza Dos Santos Louzeiro  
Marysol Dantas De Medeiros  
Yuri Marques Macedo

# **GEOTECNOLOGIA APLICADA NO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA**

1ª Edição

Belém-PA  
RFB Editora  
2024

---



© 2024 Edição brasileira  
by RFB Editora  
© 2024 Texto  
by Autor  
Todos os direitos reservados

RFB Editora  
CNPJ: 39.242.488/0001-07  
91985661194  
www.rfbeditora.com  
adm@rfbeditora.com  
Tv. Quintino Bocaiúva, 2301, Sala 713, Batista Campos,  
Belém - PA, CEP: 66045-315

**Editor-Chefe**

Prof. Dr. Ednilson Ramalho

**Diagramação e capa**

Worges Editoração

**Revisão de texto**

Autores

**Bibliotecária**

Janaina Karina Alves Trigo Ramos-CRB

8/9166

**Produtor editorial**

Nazareno Da Luz

**Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)**



G352

Geotecnologia aplicada no mapeamento de áreas de risco de movimento de massa / Vinnícius Vale Dionízio França *et al.* - Belém: RFB, 2024.

Outros autores

Jhonathan Lima De Souza

Andreza Dos Santos Louzeiro

Marysol Dantas De Medeiros

Yuri Marques Macedo

Livro em pdf.

82p.

ISBN 978-65-5889-752-1

DOI 10.46898/rfb.93c27d71-bf2f-42ad-95af-a6758c90febc

1. Geotecnologia. I. França, Vinnícius Vale Dionízio *et al.* II. Título.

CDD 629

Índice para catálogo sistemático

I. Engenharia.

# SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO</b> .....	6
<b>CONSIDERAÇÕES INTRODUTÓRIAS</b> .....	8
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA-CONCEITUAL</b> .....	10
1.1 Relação Sociedade Natureza .....	11
1.2 Riscos .....	12
1.3 Desastres.....	16
1.4 Movimentos de Massa.....	18
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	25
2.1 Procedimentos Metodológicos Gerais.....	26
2.2 Aerolevanteamento com ARP (Aeronave Remotamente Pilotada).....	27
2.3 Indicadores de Exposição a Movimentos de Massa .....	36
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	41
3.1 Localização e Histórico de Ocupação .....	42
3.2 Caracterização Ambiental.....	43
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>ANÁLISES E RESULTADOS</b> .....	50
4.1 Análise da exposição aos movimentos de massa .....	51
4.2 Espacialização da exposição na comunidade do Jacó.....	71
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	74
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	77
<b>SOBRE OS AUTORES</b> .....	79

## PREFÁCIO

Prezado leitor,

**É** com satisfação que lhe apresento este livro, uma obra sobre riscos e vulnerabilidade ambiental, temas cada vez mais urgentes e relevantes em nosso tempo.

Nos últimos anos, testemunhamos um aumento significativo nos estudos voltados para a compreensão e mitigação dos riscos naturais. A busca pela Redução do Risco de Desastres (RRD) tornou-se uma necessidade premente, visando à proteção das populações e à minimização dos prejuízos materiais.

Fatores ambientais como topografia e clima desempenham um papel crucial nesse contexto, especialmente diante das mudanças climáticas que intensificam a ocorrência de eventos extremos, tais como deslizamentos, inundações e alagamentos, causando danos significativos à vida e à propriedade.

Em escala global, esforços têm sido direcionados para enfrentar esses desafios, como evidenciado pela Agenda 2030 e seus 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. O ODS 13, em particular, destaca a necessidade de ampliar a resiliência e a capacidade adaptativa diante dos desastres naturais, promovendo medidas integradas e focadas nas populações mais vulneráveis.

Nas páginas deste livro, adentramos a realidade da comunidade São José do Jacó, situada entre os bairros Rocas e Praia do Meio em Natal, Rio Grande do Norte. Foram gerados os níveis de exposição ao risco de movimento de massa, oferecendo uma base de dados sobre os riscos e a vulnerabilidade ambiental, sob a ótica da relação entre Sociedade e Natureza.

Para este estudo, foram empregados recursos tecnológicos e técnicas avançadas, como o aerolevante com Aeronaves Remotamente Pilotadas (drones), o processamento de imagens em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e atividades de campo com aplicação de fichas. Essas metodologias nos permitiram obter dados sobre os fatores ambientais, estruturais, topográficos e pedológicos que influenciam a exposição ao risco.

Assim, no capítulo 1 mergulhamos na discussão conceitual dos estudos sobre riscos, vulnerabilidade e movimentos de massa, no capítulo seguinte exploramos as metodologias de análise. Já no capítulo 3 são apresentadas as variáveis ambientais que definem a exposição ao risco na comunidade do Jacó. E, por fim, no último capítulo estão dispostos os índices dos setores com maior nível de exposição e movimentos de massa.

É nossa esperança que este livro não apenas informe, mas também inspire ações concretas em prol de um futuro mais seguro e resiliente para todas as comunidades. Que as reflexões aqui apresentadas incentivem a adoção de políticas e práticas que melhorem o bem-estar e as condições de vida da população.

Cordialmente,

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ana Caroline Damasceno Souza de Sá



## CONSIDERAÇÕES INTRODUTÓRIAS

Como em toda grande cidade no Brasil, em Natal, o crescimento demográfico junto com a expansão urbana ocorreram de maneira desordenada. A ausência de um ordenamento territorial justo, aliada às condições das pessoas que migraram do interior do estado para as capitais, no chamado êxodo rural, formaram um cenário de ocupações irregulares

Os espaços livres na cidade foram sendo ocupados de maneira rápida, sem estudos e sem planejamento. As áreas com menos condições de ocupação humana acabaram sendo utilizadas, principalmente por uma população mais humilde, que não possuía recursos financeiros para morar em áreas com uma infraestrutura mais adequada.

No final do século XX, a taxa de urbanização das cidades ficou cada vez mais alta. O planejamento urbano, que deveria abranger todas as áreas, ficou restrito apenas às áreas de maiores interesses econômicos, sendo estas as que possuem mais serviços, atendem ao capital financeiro e à especulação imobiliária. Desta maneira, alguns espaços nas cidades acabaram sendo esquecidos pela gestão pública, o que fez com que fossem sendo ocupados sem o devido ordenamento.

Essa configuração está presente na cidade de Natal em todas as quatro regiões administrativas. Neste trabalho, iremos abordar a comunidade de São José do Jacó (Mapa 1), localizada na zona leste da cidade, como exemplo de uma área de risco, de precarização dos serviços e das estruturas, atrelados a fatores ambientais que potencializam os riscos de desastres relacionados principalmente a movimentos de massa.

A avaliação do risco e o mapeamento de áreas como a comunidade do Jacó são de extrema importância para o planejamento municipal, junto aos órgãos públicos, civis e à sociedade em geral. O conhecimento das condições ambientais e físicas das áreas permite a avaliação de custos de investimentos para execução de obras de intervenção, tanto preventivas como corretivas, principalmente em áreas de encostas.



Mapa 1 - Localização da Comunidade São José do Jacó



**Legenda**

- São José do Jacó
- Limite de Bairros
- Limites municipais
- Limites estaduais



<b>Título:</b> Mapa de Localização da Comunidade de São José do Jacó	
<b>Escala Numérica:</b> 1:1.500	<b>Elaboração Cartográfica:</b> Vinicius Vale Dionizio França
<b>Local e Data de Elaboração:</b> Natal/RN, Outubro de 2018	<b>Fonte de Dados:</b> SEMURB (2016), IBGE (2016), GEORISCO (2018)
<b>Informações técnicas e cartográficas</b>	
Base de Dados Vetoriais (ESRI Shapefile)	
Sistemas de Coordenadas Planas	
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000	
UTM SIRGAS 2000 Zona 25S	
Projeções	
0 20 40 80 120 m	

# **CAPÍTULO 1**

---

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA-CONCEITUAL**



Visando atender às necessidades exigidas neste estudo, o arcabouço teórico da pesquisa será fundamentado na relação Sociedade - Natureza. Como explicado ao longo do capítulo, esse embasamento é capaz de relacionar os fatores sociais e ambientais, conforme observado na compreensão do espaço geográfico. Contudo, não será necessariamente abordada a evolução dessa relação na ciência geográfica, mas sim como ela subsidia os estudos à luz da interação da sociedade com a natureza.

Desta forma, o principal objetivo deste capítulo é apresentar de forma sucinta uma discussão teórica-conceitual a respeito dos conceitos como risco, vulnerabilidade, desastres, e movimento de massa.

## 1.1 RELAÇÃO SOCIEDADE NATUREZA

Como afirma Medeiros (2018), desde os primórdios, a Geografia discorre sobre a complexa relação sociedade-natureza e como essa interação se desenvolve sobre o espaço geográfico. Busca compreender como a sociedade se utiliza da natureza para subsidiar seus meios de vida, bem como as influências e impactos do homem sobre a natureza.

Ao longo da história da ciência geográfica, existiram várias formas de entender a relação sociedade-natureza, como ilustra Suertegaray (2002):

Este [a Geografia] , como área do conhecimento, propõe historicamente para seus estudos a compreensão da relação homem x meio. Para os geógrafos, o espaço geográfico é um conceito que expressa essa interação, ainda que tenha sido compreendida de diferentes maneiras. [...] As formas mais clássicas de conceber esta relação, ou seja, o determinismo geográfico (onde a natureza é a causa); o possibilismo geográfico (onde o mundo humano constrói possibilidades técnicas de utilização da natureza); a interação dialética (onde o ambiental é resultado da relação contraditória entre natureza e sociedade medida pelo trabalho), e a compreensão fenomenológica/ hermenêutica (onde não há separação entre ser e ambiente). (SUERTEGARAY, 2002, p. 116).

A fim de entender melhor essa relação, a abordagem de Mendonça (2001), deixa claro que o surgimento do termo *socioambiental* surgiu devido a insuficiência do termo *meio ambiente* para explicar a relação sociedade-natureza. Mendonça (2001) afirma:

O termo *sócio* aparece, então, atrelado ao termo *ambiental*, para enfatizar o necessário envolvimento da sociedade enquanto sujeito, elemento, parte fundamental dos processos relativos à problemática ambiental contemporânea [...] A importância atribuída à dimensão social desses problemas possibilitou o emprego da terminologia socioambiental, e este termo não explicita somente a perspectiva de enfatizar o envolvimento da sociedade como elemento processual, mas também decorrente da busca de cientistas naturais a preceitos filosóficos e da ciência social para compreender a realidade numa abordagem inovadora (MENDONÇA, 2001, p.126)

Ao adotar a perspectiva da interação sociedade-natureza, este estudo pretende propor intervenções capazes de reduzir os impactos negativos das ações humanas,



promovendo melhores condições de vida para a sociedade. As ações humanas que podem comprometer as condições naturais acabam por afetar a própria humanidade; ao alterarem a dinâmica natural, estão também modificando o ambiente em que habitam e subsistem.

O espaço, segundo Santos (1996) é formado por um “conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá”, torna-se imprescindível neste trabalho, que busca caracterizar o risco de desastres nas comunidades, compreender quais os elementos e ações estão presentes no espaço em questão, como estão organizados, e como podem vir a impactar tanto o espaço quanto os indivíduos que a ele estão vinculados (Sales, 2017).

## 1.2 RISCOS

Segundo Kobiyama et al. (2006, p. 17), “os termos perigo e risco são frequentemente e erroneamente utilizados como sinônimos”. Os termos estão bastante atrelados, mas na verdade existem diferenciações.

Estudos relacionados à temática dos “Riscos” começaram a ganhar espaço na Geografia por volta da década de 1920. Em 1927, o geógrafo Gilbert White, da tradicional Escola de Chicago (EUA), passou a dedicar-se às pesquisas em torno dos “*Natural Hazards*” (riscos naturais), em um momento em que parte de seu país vivenciava sérios problemas de inundação. Ele veio a se tornar um dos autores de maior referência sobre o assunto (Medeiros, 2014).

Azevedo (2010), afirma que por ter uma formação multidisciplinar, os geógrafos são indispensáveis na elaboração de pesquisas relacionadas a perigos naturais, tendo em vista também a capacidade em espacializar tais fenômenos de risco através da cartografia.

Thywissen (2006), tenta esclarecer as terminologias centrais empregadas nos estudos de redução de desastres, a partir de um glossário comparativo com as definições dos principais termos sob a ótica de diferentes ciências. Como é possível observar no quadro a seguir.

Quadro 1 - Glossário com definições sobre o termo risco.

Conceituação	Fonte/Disciplina
(Nesta definição risco e perigo são usados como sinônimos) “Risco é caracterizado por conhecer ou não conhecer a distribuição de probabilidade de eventos. Estes eventos são caracterizados por sua magnitude (incluindo tamanho e disseminação), sua frequência e duração, e sua história”.	<b>Alwang; Siegel; Jorgensen (2001) / Ciências Sociais</b>
“Risco: o número esperado de vidas perdidas, pessoas feridas, danos à propriedade e interrupção da atividade econômica devido a um determinado fenômeno natural, e conseqüentemente o produto específico do risco e elementos em risco.” “Assim, risco é o potencial de perda para o sujeito exposto ou sistema, resultando da ‘convolação’ do perigo e vulnerabilidade. Neste sentido, risco pode ser expresso em forma matemática como a probabilidade de superar determinado nível econômico, social ou conseqüências ambientais num certo lugar e durante certo período de tempo”.	<b>Cardona (2003) / Ciência (multidisciplinar)</b>
“Risco pode ser definido como a probabilidade de um sistema que não se encontra em um estado satisfatório.”	<b>Correia; Santos; Rodrigues (1987) / Engenharia</b>
“‘Risco’ é a probabilidade de uma perda, e isto depende de três elementos, perigo, vulnerabilidade e exposição. Se algum desses três elementos do risco aumenta ou diminui, então o risco aumenta ou diminui respectivamente.”	<b>Crichton (1999) / Ciências Naturais/ Setor de seguros</b>
“Risco é ‘a probabilidade de um evento multiplicado por suas conseqüências se o evento ocorrer”.	<b>Einstein (1988) / Ciências Naturais</b>
“Uma combinação da probabilidade ou frequência de ocorrência de um definido perigo e a magnitude das conseqüências da ocorrência. Mais especificamente, um risco é definido como a probabilidade de uma conseqüência nociva, ou perdas esperadas (de vidas, de pessoas, feridos, propriedades, sustento, atividade econômica interrompida ou ambiente deteriorado) resultando para interações entre natural ou humano induzindo perigos.”	<b>European Spatial Planning Observ. Netw. (2003) / Ciência (multidisciplinar)</b>
“O risco associado ao desastre de inundação para alguma região é um produto tanto da exposição ao perigo (evento natural) e a vulnerabilidade dos objetos (sociedade) ao perigo. Isto sugere que três fatores principais contribuam para uma região de risco de inundação: perigo, exposição e vulnerabilidade.” “Risco indica o grau de perdas potenciais no lugar urbano devido sua exposição a perigos e pode ser considerado como um produto da probabilidade de ocorrências de perigos e graus de vulnerabilidade.”	<b>Horiet al. (2002) e Rashed; Weeks (2003) / Geociências</b>
“Risco de um sistema pode ser definido simplesmente como a possibilidade de um evento adverso e indesejável. Risco pode ser devido unicamente ao fenômeno físico como um perigo à saúde ou da interação entre sistemas artificiais e eventos naturais, como, uma inundação devido ao rompimento de um dique. Risco de engenharias para sistemas e recursos hídricos em geral, também tem sido descrita em termos de uma figura de mérito que é uma função dos índices de desempenho, digamos, por exemplo, a confiabilidade, o período de incidente, e as possibilidades de reparação...”	<b>Shrestha (2002) / Engenharia</b>

<p>“Risco é o número de perdas de vidas esperado, pessoas feridas, danos à propriedade e interrupção da atividade econômica devido um fenômeno natural particular, e conseqüentemente o produto específico do risco e elementos em risco. Especificando risco: o grau de perdas esperado devido um determinado fenômeno natural e uma função entre ambos, perigo natural e vulnerabilidade.”</p>	<p><b>Tiedemann (1992) / Setor de seguros</b></p>
<p>“A probabilidade de conseqüências danosas, ou esperadas perdas de vida, pessoas feridas, propriedade, sustento, interrupção de atividade econômica (ou danos ao ambiente) resultando em interações em conjunto entre natural e humano induzindo condições de perigo e vulnerabilidade. Risco é convencionalmente expressado pela equação: Risco = perigo x vulnerabilidade.”</p>	<p><b>UNDP – BCPR (2004) / Nações Unidas</b></p>
<p>“A probabilidade de exposição a um evento, com que pode ocorrer com gravidade variável e diferentes escalas geográficas, subitamente e inesperadamente ou gradualmente e previsivelmente, e o grau de exposição.”</p>	<p><b>UNEP (2002) / Nações Unidas</b></p>

Fonte: Thywissen (2006).

Veyret (2007), afirma que o “Risco é a percepção de um indivíduo ou Grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas conseqüências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse grupo ou indivíduo”.

Sendo assim, um indivíduo, ou um grupo de indivíduos pode ser considerado vulnerável à ocorrência de um evento que possa gerar danos, seja à integridade humana, seja a bens materiais (Lima, 2017).

Assim, foi elaborada uma simples fórmula do Risco. Onde R (Risco) pode ser conceituado e mensurado a partir da relação de multiplicação entre P (Perigo) e V (Vulnerabilidade) refletindo na seguinte equação:

$$R = P \times V$$

O risco seria então uma função entre a vulnerabilidade dos indivíduos ou sociedade e o perigo a que está exposta. Ainda segundo Veyret (2007), existem diversos tipos de riscos, contudo, a Geografia deve lidar apenas com aqueles que possam ser espacializados, ou seja, aqueles nos quais a percepção e a gestão são seguidas de uma dimensão espacial. Estes são classificados como mostra o quadro 2, organizado por Almeida (2010).

Quadro 2 - Tipos de Riscos Especializados

Tipos de Risco		Definições, características e exemplos
<b>Riscos Ambientais</b>	<b>Riscos Naturais</b>	Riscos pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social ou sujeito à ação passível de um processo físico natural; podem ser de origem litosférica (terremotos, desmoronamentos de solos, erupções vulcânicas), e hidro climáticas (ciclones, tempestades, chuvas fortes, inundações, nevascas, chuvas de granizo, secas); apresentam causas físicas e escapam largamente a intervenção humana e são de difícil previsão.
	<b>Riscos Naturais agravados pelo Homem</b>	Resultado de um perigo natural cujo impacto é ampliado pelas atividades humanas e pela ocupação do território; erosão, desertificação, incêndios, poluição, inundações etc.
<b>Riscos Tecnológicos</b>		Distinguem-se em poluição crônica (fenômeno perigoso que ocorre de forma recorrente, às vezes lenta e difusa) e poluição acidental (explosões, vazamentos de produtos tóxicos, incêndios).
<b>Riscos Econômicos, geopolíticos e sociais</b>		Riscos atrelados à divisão e ao acesso a determinados recursos (renováveis ou não), que podem se traduzir em conflitos latentes ou abertos (caso das reservas de petróleo e água); podem ser ainda de origem nas relações econômicas na agricultura (insegurança alimentar), causas da globalização (crises econômicas), insegurança, violência em virtude da segregação socioespacial urbana, riscos à saúde (epidemias, fome, poluição, consumo de drogas etc.).



<p><b>Outros Tipos de Riscos</b></p>	<p><b>Ex.: Riscos Maiores</b></p>	<p>A compreensão do risco também depende da escala de análise; o risco maior é assim considerado quando o custo de recuperação e o número de perdas humanas são relativamente elevados para os poderes públicos e seguradores; os riscos maiores correspondem a eventos de baixa frequência e grande magnitude e consequências (ex.: Chernobyl, Seveso, Bhopal, Katrina, etc.); há ainda exemplos de “territorialização” dos riscos, como é o caso específico dos riscos urbanos, em razão da complexidade e da multidimensionalidade de atores e variáveis das cidades.</p>
--------------------------------------	-----------------------------------	--

Fonte: Organizado por Almeida (2010), a partir de Veyret (2007).

### 1.3 DESASTRES

A definição do termo desastres geralmente é menos complexa e mais objetiva, diferente dos outros conceitos relacionados a este. Segundo o UNISDR - United Nations International Strategy for Disaster Reduction (Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres) - 2009, o desastre seria uma séria interrupção do funcionamento de uma comunidade causando mortes e/ou importantes perdas materiais ou ambientais.

Segundo o Manual de Planejamento em Defesa Civil, um desastre pode ser considerado um “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.”

Na tentativa de compreender melhor o que são desastres e quais são seus tipos, o Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED (Centro de Investigação sobre Epidemiologia dos Desastres) divide os desastres em dois grupos, os quais são subdivididos em subcategorias, como apresenta o quadro 3.

Quadro 3 - Classificação geral de Desastres.

Desastre	Subgrupos	Definição	Tipos principais
<b>Natural</b>	Geofísico	Um perigo proveniente de terra sólida. Este termo é usado indistintamente com termo geológico.	Tremor de terra; movimento de massa; atividade vulcânica.
	Meteorológico	Um perigo causado por condições meteorológicas extremas e condições atmosféricas de curta duração, micro a meso-escala que duram de minutos a dias.	Temperaturas extremas, névoa, tempestade.
	Hidrológico	Um perigo causado pela ocorrência, movimentação e distribuição de água doce e salgada de superfície e subterrânea.	Inundação, deslizamento de terra,
	Climatológico	Um perigo causado por processos atmosféricos de longa duração, de meso a macro escala, Variabilidade climática intra-estacional a multidecenal.	Seca; incêndios
	Biológico	Um risco causado pela exposição a organismos vivos e suas substâncias tóxicas (por exemplo, veneno, bolor) ou doenças transmitidas por vetores que eles podem transportar. Exemplos são animais selvagens venenosos e insetos, plantas venenosas e mosquitos portadores de agentes causadores de doenças, como parasitas, bactérias ou vírus (por exemplo, malária).	Epidemias; infestação de insetos.
	Extraterrestre	Um perigo causado por asteroides, meteoroides e cometas à medida que passam perto da Terra, entram na atmosfera terrestre e atingem a Terra, e por mudanças nas condições interplanetárias que afetam a magnetosfera, a ionosfera e a termosfera da Terra.	Impacto; tempo do espaço
<b>Tecnológico</b>	Acidente de trabalho		Explosão; Fogo; derramamento de produtos químicos; vazamento de gás; radiação; etc.
	Acidente de transporte		Ar; estrada; trilhos; água.
	Acidade miscelânea		Colapso; explosão; fogo; etc.

Fonte: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED, traduzido e organizado por LIMA (2017).

## 1.4 MOVIMENTOS DE MASSA

Os movimentos de massa podem ser classificados de diferentes formas, iremos agora classificá-los, abordando suas principais características e tipologias, principalmente exemplificando como esse fenômeno ocorre e em virtude de quais condicionantes, que potencializam ou não a ocorrência de movimentos de massa.

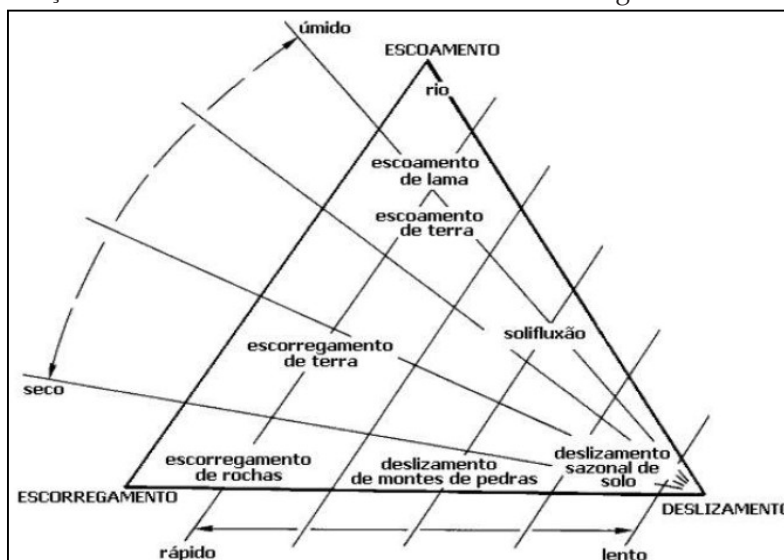
Segundo Bezerra (2016), os movimentos de massa podem ser definidos como movimentos de descida de material de composição diversa (solo, rocha e/ou vegetação) pelas encostas devido à ação da gravidade. Embora seja um processo natural que pode vir a ocorrer em uma encosta com uma declividade significativa, o fenômeno pode ser causado também por influência antrópica, uma vez que o homem ao ocupar determinada encosta, acabando realizando cortes, aterros, dentre outros.

Como aborda Macedo (2014), a ocupação irregular em encostas é uma das mais comuns, expondo muitas famílias a riscos, constituindo-se num dos principais perigos do Brasil, sendo o principal em número de óbitos.

Sales (2017) afirma que, retirada de vegetação das encostas através de atividades antrópicas, como a construção de residências, é uma das principais responsáveis pela ocorrência de deslizamentos. Além dela, outras condições favorecem os movimentos de massa: declividade da vertente, estrutura geológica, regime de chuvas, atividades antrópicas, e presença de níveis ou faixas impermeáveis que atuam como planos de deslizamentos.

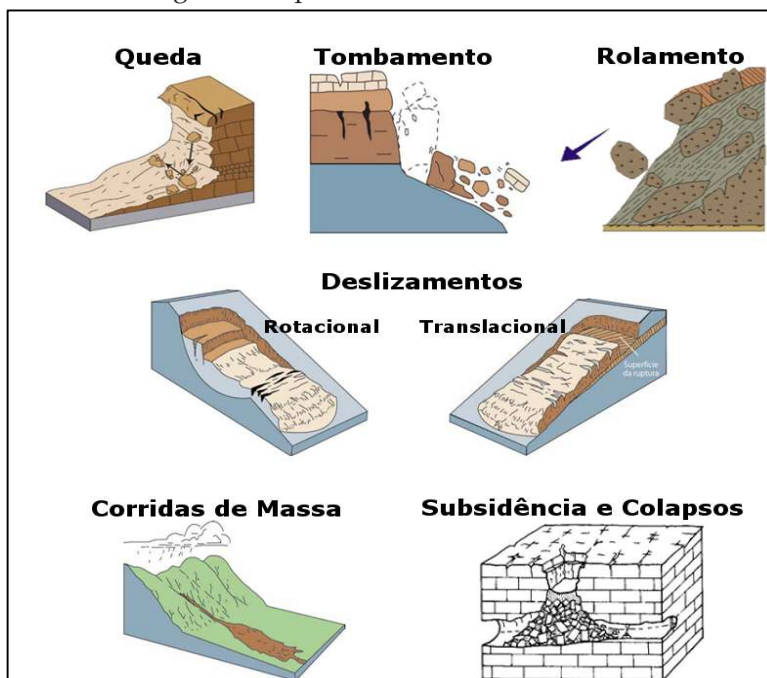
O modelo da figura 1 exemplifica um pouco sobre processo e as diferenciações dos tipos de movimento de massa, a partir da velocidade do fluxo e do nível de umidade do material. A figura 2 apresenta alguns tipos de movimentos de massa.

Figura 1 - Classificação dos movimentos de massa de acordo com o grau de umidade e velocidade.



Fonte: Silva (2011).

Figura 2 - Tipos de Movimento de Massa



Fonte: CEMADEN (2018).

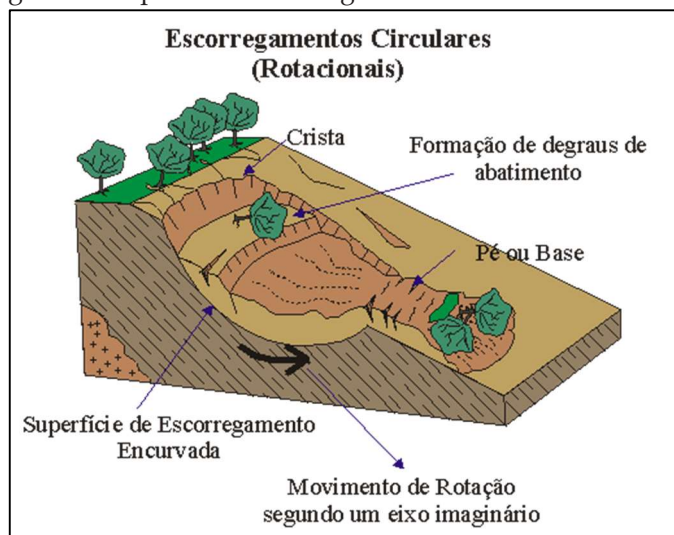
### 1.4.1. Escorregamentos (Slides)

Escorregamentos são movimentos de massa de solo ou rocha em declive, que ocorre sobre superfícies em ruptura ou sobre zonas relativamente finas com intensa deformação por cisalhamento. (USGS, 2008).

O movimento geralmente possui tipos diferentes, como o rotacional ou circular (Figura 3), nesse caso a superfície de ruptura é curvada no sentido superior, em formato de colher, tendo o movimento de queda rotatório em torno do eixo paralelo ao contorno do talude. A ocorrência desses movimentos é mais frequente em materiais homogêneos e o escorregamento rotacional é o tipo mais comum de escorregamento em aterros.



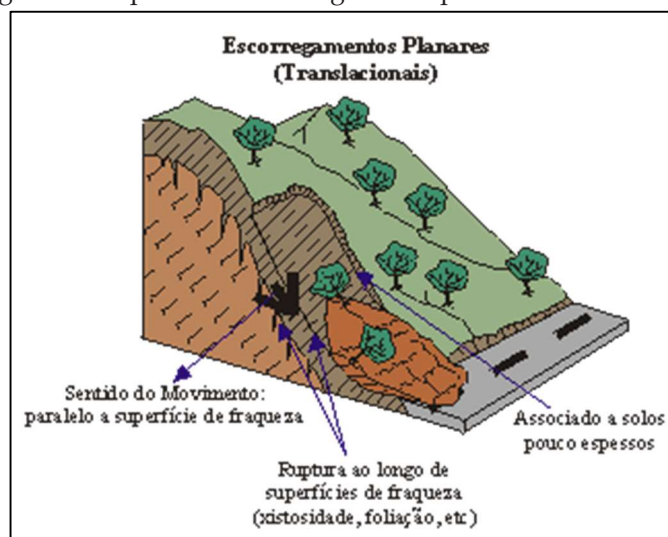
Figura 3 - Esquema de escorregamento circular ou rotacional.



Fonte: Bezerra (2016).

Outro tipo de escorregamento é o planar ou translacional (Figura 4), que apresenta uma superfície de ruptura em forma planar que acompanha descontinuidades mecânicas e hidrológicas já existentes no material. O material pode variar de solo solto até grandes blocos de rochas, ou ambos. Geralmente são mais raros que os escorregamentos rotacionais, e o movimento pode ter uma velocidade baixa ou até mesmo extremamente rápida, a depender de várias condições do local. Uma das principais formas de desencadeamento são as chuvas intensas, assim como para os escorregamentos rotacionais.

Figura 4 - Esquema de escorregamento planar ou translacional.

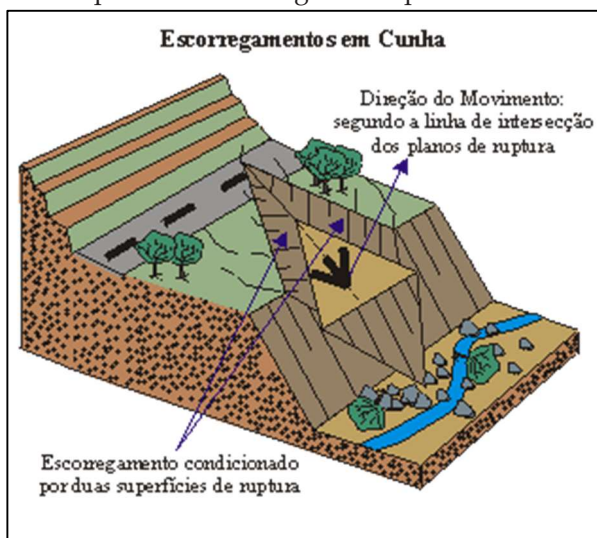


Fonte: Bezerra (2016).

Outro tipo é o escorregamento em cunha (Figura 5), que tem sua gênese associada a regiões que apresentam relevo bastantes controlados por estruturas geológicas, como por exemplo, maciços rochosos em que existam duas estruturas planares, desfavoráveis a

estabilidade, ocasionando o deslocamento de uma porção ao longo do eixo destes planos (Tominaga, 2009).

Figura 5 - Esquema de escorregamento planar ou translacional.



Fonte: Bezerra (2016).

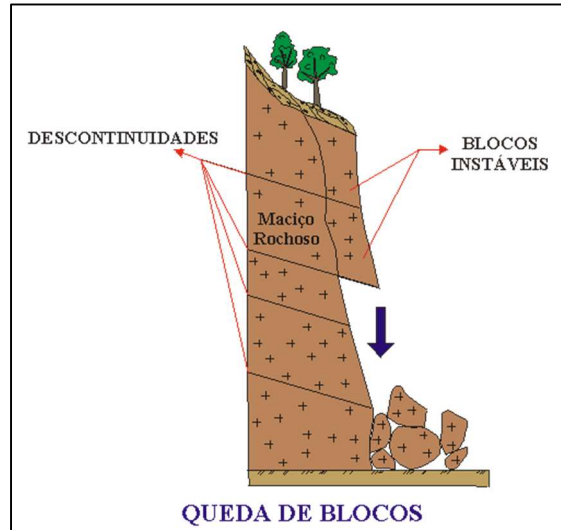
### 1.4.2 Quedas rochosas

As quedas rochosas são movimentos repentinos, de rochas ou terras, ou ambos, que acabam se desprendendo de taludes íngremes ou de penhascos, e pela força da gravidade acabam caindo. A queda se inicia com a separação do solo ou da rocha, ao longo de sua superfície, na qual tenha ocorrido pouco ou nenhum deslocamento por cisalhamento. A ocorrência é comum em áreas litorâneas e ou ao longo de taludes rochosos de rios e ribeirões.

O volume do material em uma queda vai depender da quantidade de rochas individuais ou torrões de solo, a blocos maciços de milhares de metros cúbicos de volume, e a velocidade do deslocamento geralmente se dá muito rápida e vai depender da inclinação do talude.

Na figura 6 podemos observar um exemplo de um perfil esquemático de queda de blocos.

Figura 6 - Perfil esquemático de uma queda de blocos.



Fonte: Bezerra (2016).

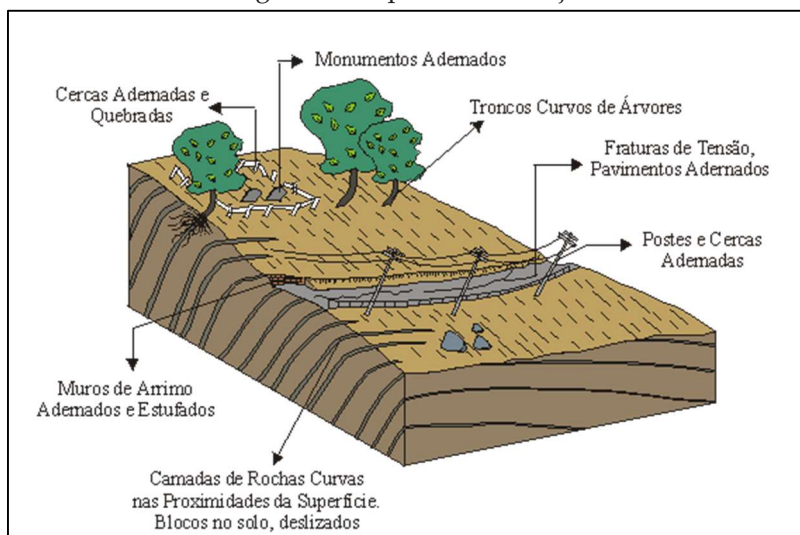
### 1.4.3 Rastejos (Creep)

Os rastejos (figura 7) são movimentos de massa lentos e contínuos, onde o material se deforma como um líquido viscoso, sem geometria definida e que não apresenta uma superfície definida entre a massa e o material estacionário.

Eles podem ser classificados em três categorias, diferenciando principalmente a porção do terreno atingida e o momento de atuação em relação a ruptura. São os tipos de rastejos:

- a) Superficiais: movimentos sazonais, atingindo camadas superficiais de parte do terreno, estes rastejos perdem velocidade com a profundidade.
- b) Pré-ruptura: caracterizam-se pela ocorrência de movimentos acelerados que causam rupturas cisalhantes, é importante se observar a fim de prevenir a ocorrência de danos maiores.
- c) Pós-ruptura: a recorrência de movimentação na superfície após a ruptura.

Figura 7 - Esquema de rastejo.



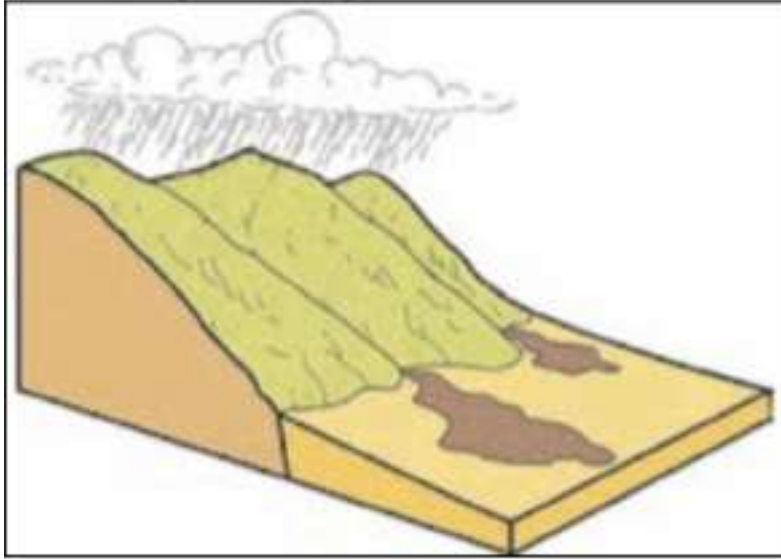
Fonte: Bezerra, 2016.

Os rastejos estão associados a processos como o inchamento e a contração do solo devido as variações de condições de umidade, além da constante ação da gravidade, que em períodos de chuvas é intensificada pelo aumento do peso do solo e de tensões cisalhante, a variação térmica que resulta no deslocamento do material e a redução da coesão do solo devido ao aumento da umidade.

#### 1.4.4 Corridas (*Flows*)

As corridas (Figura 8) são os movimentos gravitacionais que geralmente atingem grandes velocidades devido as características do material transportado, que assume comportamento de um fluido viscoso quando em contato com um dado volume de água, isso acontece em virtude da perda de atrito interno pela destruição devido ao excesso de água. (Bezerra, 2016).

Figura 8 - Esquema de uma corrida.



Fonte: Bezerra, 2016.

# **CAPÍTULO 2**

---

## **PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS**



## 2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS GERAIS

**D**urante a construção deste trabalho vários procedimentos técnicos foram adotados, todos com sua devida importância para alcançarmos nossos objetivos propostos. A partir do método sistêmico de análise, ou seja, uma análise ambiental integrada, aplicada à ciência geográfica, o trabalho foi pautado e organizado. Com a intenção de organizar a estrutura do trabalho, três etapas foram elencadas até alcançar o objetivo principal da pesquisa, sendo eles: trabalhos iniciais, de campo e de gabinete.

Durante os trabalhos iniciais, foi realizado um levantamento bibliográfico para estruturar o referencial teórico-metodológico, que seria todo o arcabouço conceitual do trabalho, onde os termos e metodologias são pesquisados, comparados e elucidados. A pesquisa foi respaldada principalmente em trabalhos já produzidos de autores como Almeida (2010), Sales (2017), Bezerra (2016), Macedo (2015), Buffon (2018) e Veyret (2007).

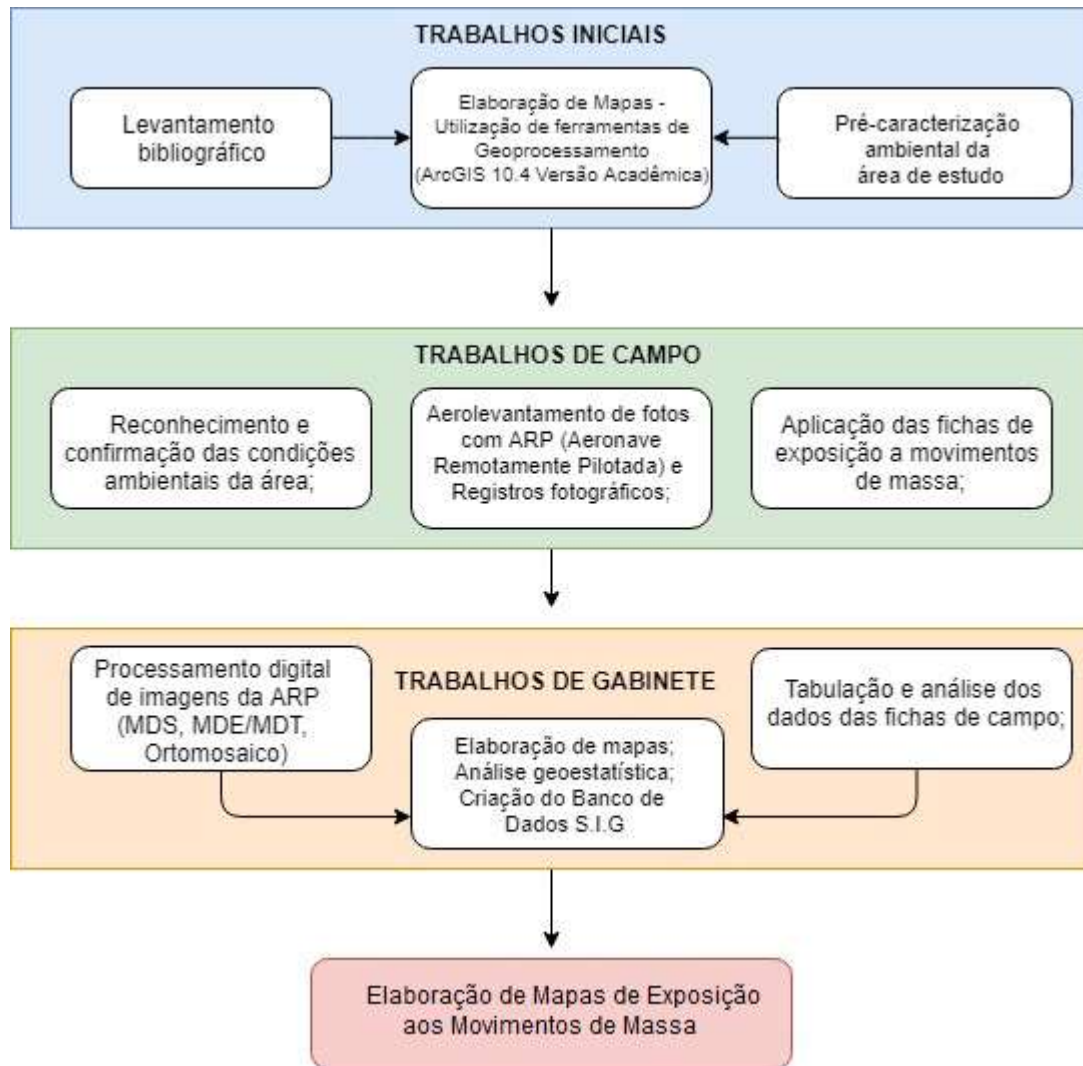
O embasamento teórico da pesquisa foi a abordagem da Relação Sociedade-Natureza, que possibilita estabelecer uma dinâmica entre os elementos sociais, antropogênicos da sociedade, e suas ações e alterações na paisagem e nos elementos físicos. Aliado a essa análise, estão os conceitos de Risco e Vulnerabilidade, que também analisam essa relação de forma semelhante. Nesse contexto, o homem (elemento social) pode encontrar-se em uma condição de vulnerabilidade diante de um perigo (elemento natural), caracterizando assim um risco de desastre.

Durante a fase inicial também foi feito um reconhecimento e uma pré-caracterização ambiental da área de estudo, além de alguns mapas de localização e condições ambientais através das ferramentas de geoprocessamento, como o *software* ArcGIS v. 10.4 versão acadêmica.

Na sequência da elaboração do trabalho, realizou-se a etapa de campo, na qual foi possível reconhecer e confirmar as condições ambientais da área. Isso incluiu a aplicação das fichas de exposição ao movimento de massas (IEMM), o levantamento fotográfico e o aerolevanteamento de fotos com a utilização de ARP (Aeronave Remotamente Pilotada).

Após os trabalhos de campo, foram realizadas as etapas de gabinete, que incluíram os trabalhos de laboratório, além da formatação do texto. Durante essa fase, pontos importantes da metodologia foram abordados, como o processamento digital das imagens obtidas por meio do ARP (Aeronave Remotamente Pilotada), realizado no *software* Agisoft Photoscan 1.4.2 trial version.

Figura 9 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Autores (2018).

## 2.2 AEROLEVANTAMENTO COM ARP (AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA)

Para o levantamento de dados de sensoriamento remoto foi utilizado um VANT do modelo *Phantom 3 Professional*, da DJI (Figura 10), disponibilizado pelo Grupo de Pesquisa GEORISCO da UFRN.

Figura 10 - Drone DJI Phantom 3 Professional

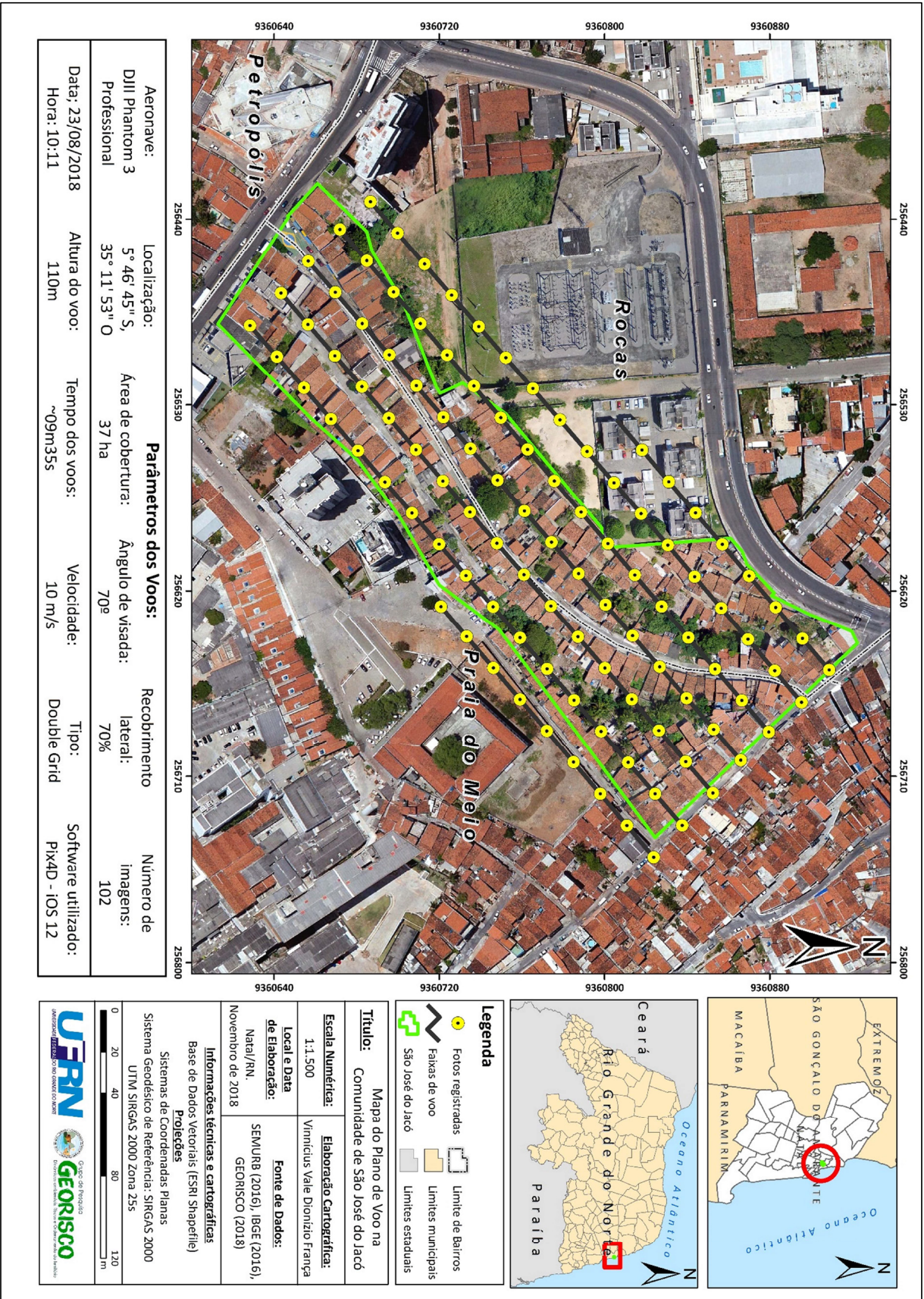


Fonte: NewAtlas (2018).

De acordo com a legislação brasileira, o uso envolveu um sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA), composto pela RPA e pela estação de pilotagem (RPS), além do link de comando e controle por rádio. O voo foi supervisionado pela RPS e foi classificado na categoria de Pilotagem por *Waypoint*, o que significa que houve um controle limitado da RPA. O plano de voo foi elaborado por meio do aplicativo *Pix4D Capture*, com uma altura de cerca de 110 metros e uma sobreposição lateral de 70%. A localização das fotografias obtidas e os parâmetros do voo podem ser observados no Mapa 2.



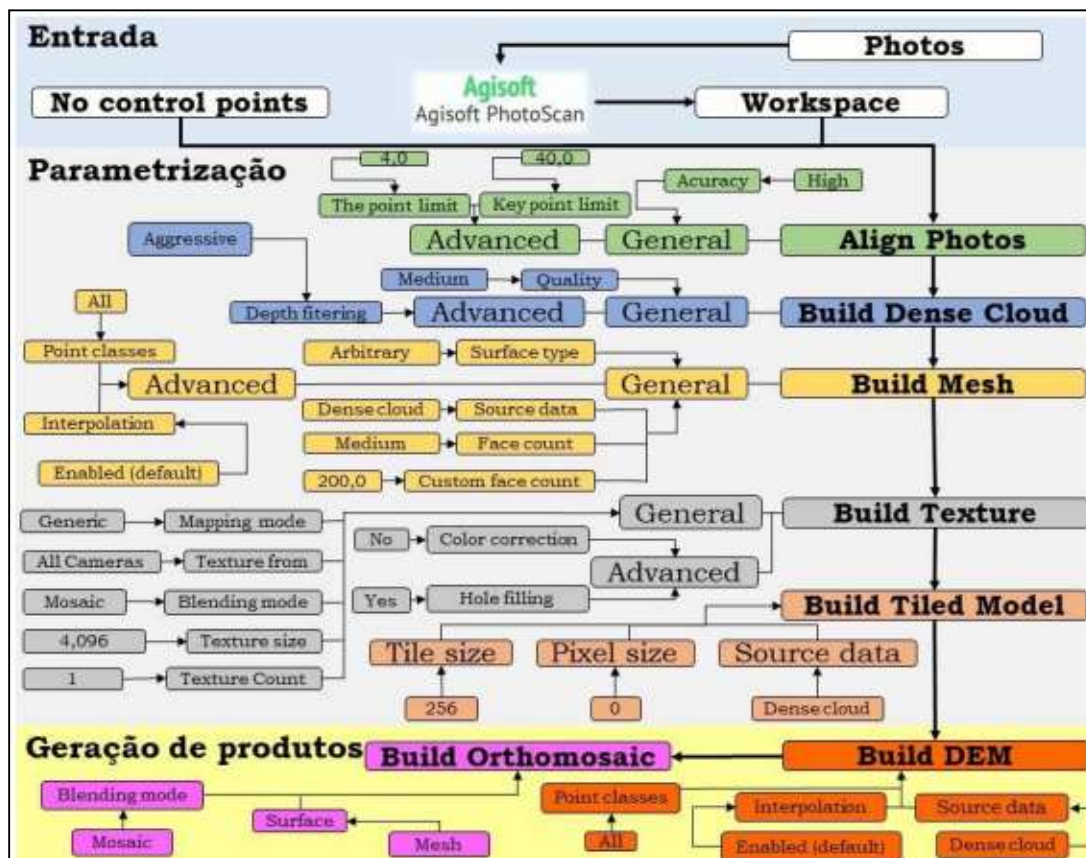
Mapa 2 - Mapa do Plano de Voo utilizado pelo ARP. Fonte: França (2018).





O processamento das fotografias foi executado no software *Agisoft PhotoScan*. Foram aplicadas as rotinas para alinhamento, identificação dos pontos homólogos e geração da ortofoto, com os parâmetros apresentados na figura 11. É importante ressaltar que, optou-se por inserir os parâmetros em inglês em virtude de esse ser o idioma utilizado no software *Agisoft PhotoScan*.

Figura 11 - Rotinas e parâmetros adotados no processamento das imagens no software *AgisoftPhotoScan*.

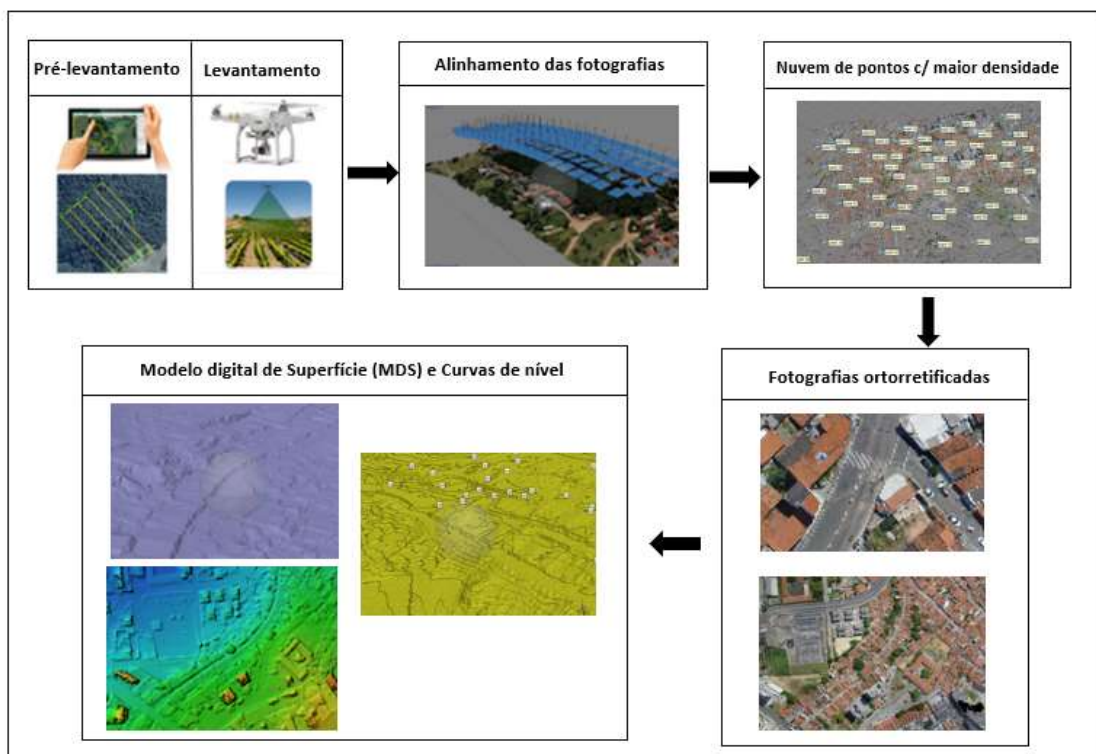


Fonte: Buffon (2018).

A partir do processamento das imagens obtidas através do ARP foi possível elaborar diversos produtos cartográficos, para este trabalho iremos apresentar o MDS - Modelo Digital de Superfície, elaborado com as curvas de nível geradas pelo no software *Agisoft PhotoScan*.

Todas as operações realizadas no software *Agisoft PhotoScan* estão exemplificadas na Figura 12. Desde o pré-levantamento, que consiste na elaboração de um plano de voo em um software chamado Pix4d, disponível para iOS, onde é estipulado o tempo de voo da aeronave, sua altura, quantas fotos deverão ser tiradas, a porcentagem de recobrimento lateral, dentre outros fatores. O levantamento, que consiste no voo propriamente dito, o alinhamento das fotografias, a geração da nuvem de pontos, a inclusão de pontos de controle, depois a obtenção das fotografias ortorretificadas, modelos de superfície e curvas de nível.

Figura 12 - Organograma das operações realizadas para aquisição e processamentos dos dados levantados com VANT.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018) com base em Buffon (2018).

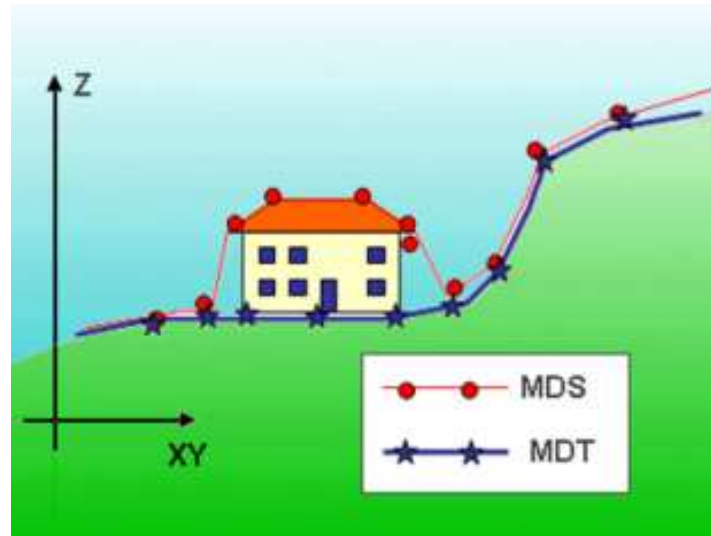
Como produto deste processamento, além do ortomosaico, foi possível elaborar mapas como MDS – Modelo Digital de Superfície, e MDT – Modelo Digital do Terreno.

O MDS considera a superfície da área para o cálculo de altimetria, levando em consideração por exemplo edificações e da vegetação, presentes na área de estudo. No Mapa 3 podemos observar o MDS da Comunidade de São José do Jacó, com altimetria variando entre 15 metros até 35 metros.

O MDT da área de estudo considera apenas o terreno para o cálculo de altimetria, ou seja, ele representa uma superfície sem edificações ou obstáculos. Por outro lado, o MDS é um produto gerado através da fotogrametria, que inclui não apenas o terreno, mas também os objetos presentes na superfície. No entanto, é importante ressaltar que em áreas urbanas, como é o caso da área de estudo, onde há muitos objetos no solo, isso pode gerar distorções e afetar o produto final. A diferença entre MDS e MDT pode ser mais bem compreendida na figura 13.



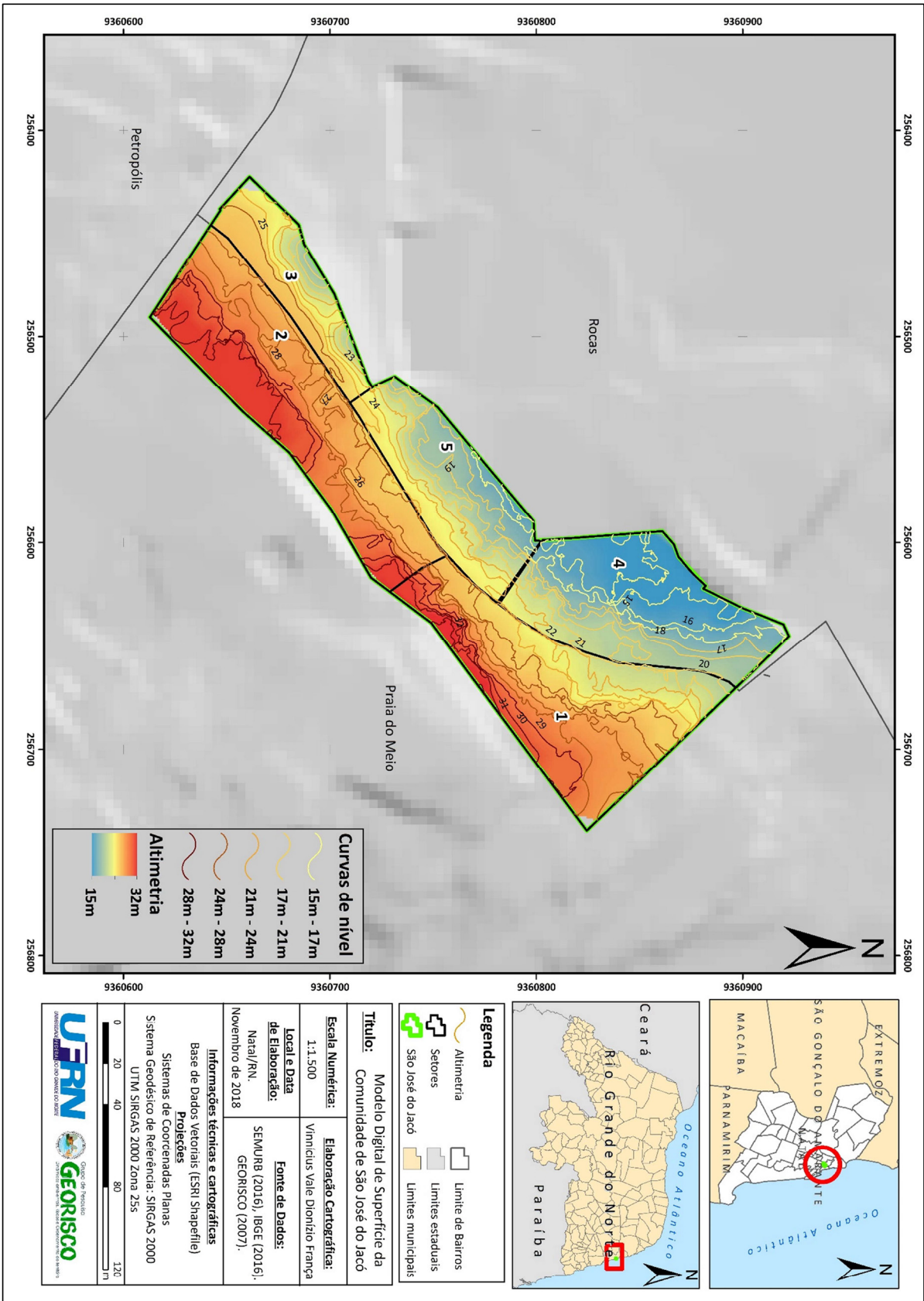
Figura 13 - Diferença entre MDS e MDT.



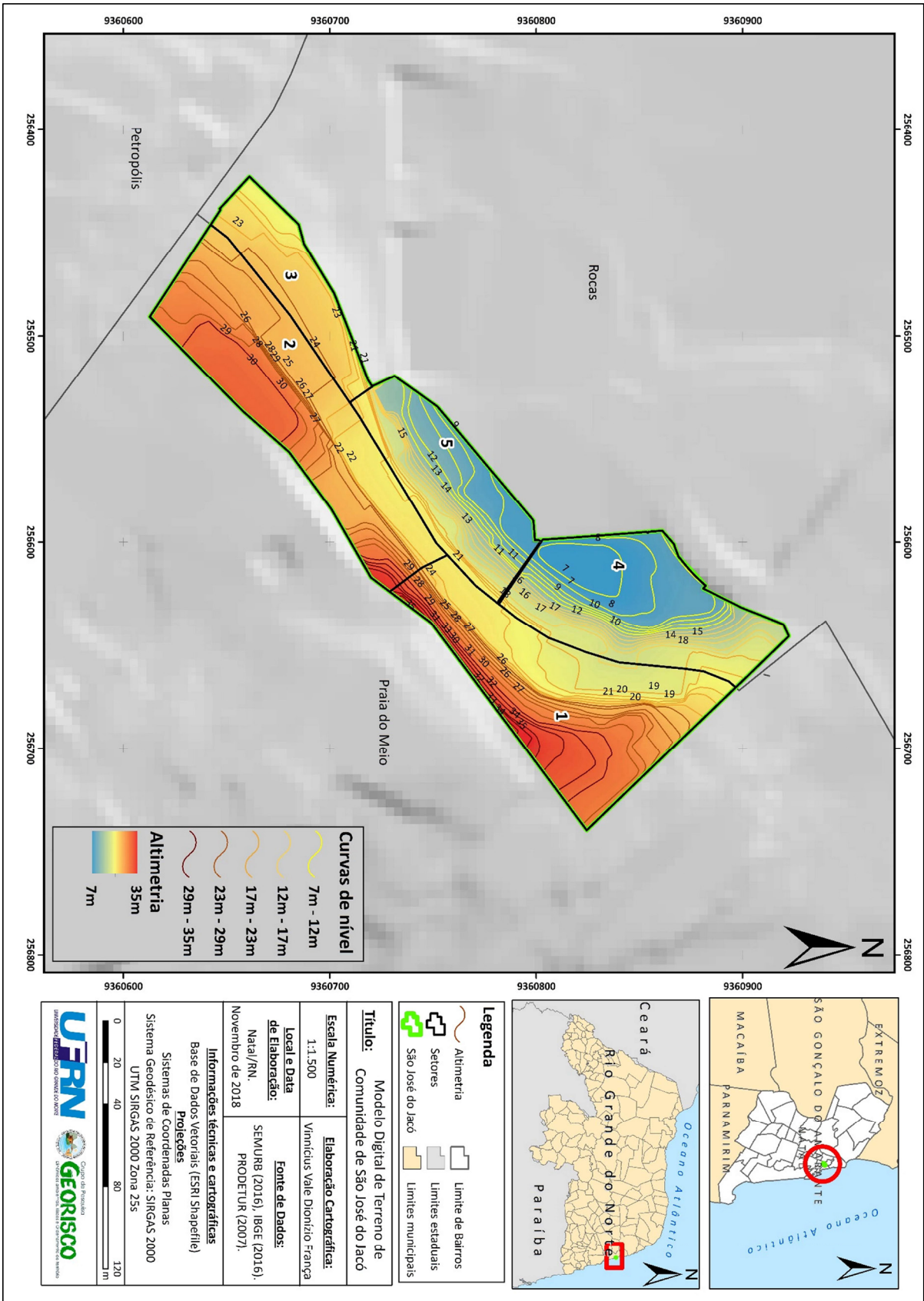
Fonte: Droneng (2018).

O MDT da Comunidade do Jacó, pode ser observado no Mapa 4. Aonde a altimetria vai desde 7m até 35m, as curvas de nível utilizadas são do PRODETUR, do ano de 2007, porém são as mais recentes e de qualidade geradas para a região e para o município de Natal, com um intervalo de apenas 1 metro. Através dessas curvas de nível foi possível elaborar também um Mapa de Declividade da Comunidade do Jacó, como é possível observar no Mapa 5.

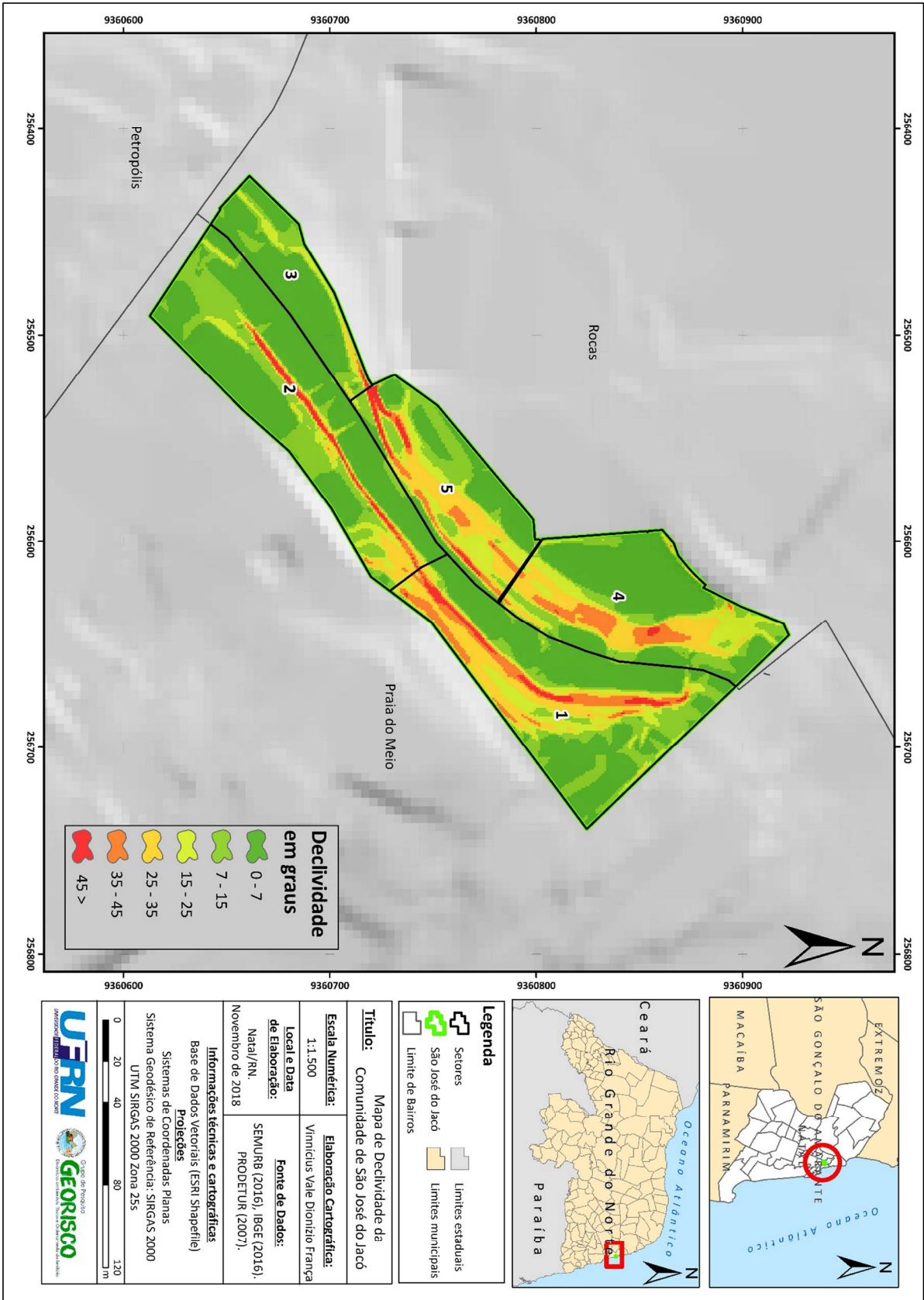
Mapa 3 - MDS da Comunidade do Jacó. Fonte: França (2018).



Mapa 4 - MDT da Comunidade do Jacó. Fonte: Franca (2018).



Mapa 5 - Mapa de declividade da Comunidade do Jacó. Fonte: França (2018).



## 2.3 INDICADORES DE EXPOSIÇÃO A MOVIMENTOS DE MASSA

Para conhecer a exposição das encostas presentes na comunidade do Jacó, foram utilizadas duas adaptações de metodologias existentes, Guerra et al (2009) e Alheiros (1998). Ambas possuem fichas de campo que foram adaptadas para a área de estudo.

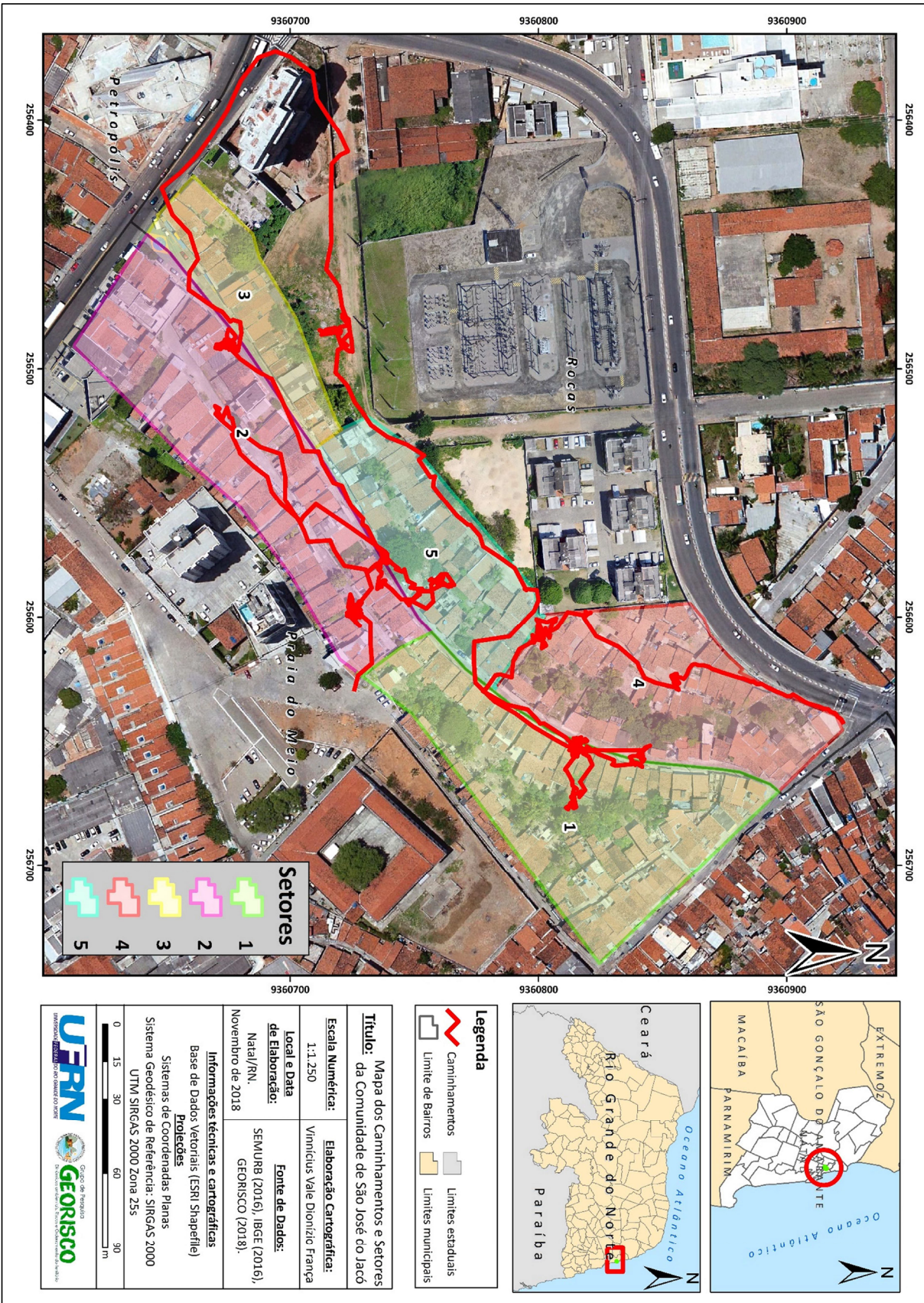
Com base no trabalho realizado por Guerra et al (2009), aplicado a região serrana do Rio de Janeiro, foi-se utilizado uma adaptação de sua metodologia para a elaboração da ficha de campo, em virtude de as condições físicas e ambientais serem semelhantes, porém não iguais.

Outra análise que foi utilizada para construção da tabela de variáveis foi a metodologia desenvolvida por Gusmão Filho et. al (1992), que compreende uma análise relativa, em que a exposição é calculada sem cálculos probabilísticos, e que embora sejam expressos por níveis, os resultados possuem caráter qualitativo, onde os fatores são classificados em cinco níveis, do nível 1 - muito baixo, nível 2 - baixo, nível 3 - médio, nível - alto e o nível 5 - muito alto.

Tal metodologia pode ser utilizada em outras áreas de estudo com setores individualizados, como o local em questão, que foi dividido em cinco setores. As fichas de campo foram aplicadas por setores, e a setorização foi feita levando em consideração algumas delimitações da comunidade, como escadarias, encostas, ruas e becos. O mapa 6 mostra como os setores da comunidade do Jacó foram divididos e o caminho percorrido durante a aplicação da ficha.



Mapa 6 - Mapa dos setores da comunidade do Jacó. Fonte: França (2018).





Foram definidas 14 variáveis que foram divididas em quatro categorias de acordo com suas respectivas relações com o ambiente. As categorias são: fatores topográficos, pedológicos, estruturais e ambientais.

Em cada setor foram aplicadas fichas, em que cada variável era classificada entre o nível muito baixo até o nível muito alto, no final foram analisadas as fichas e gráficos foram elaborados para se observar qual nível mais se repetia entre as variáveis, logo, se um setor apresentou mais variáveis como “alto”, por exemplo, aquele será o nível de exposição final do setor.

Como Bezerra (2016) explica: Alheiros (1998) realizou uma grande quantidade de simulações com atribuições de pesos para os diversos atributos apresentados e observou que a variação máxima era de 5% no valor do grau de risco final, não interferindo na classificação das encostas. Por essa razão, a autora optou por não adotar pesos diferenciados para os atributos. Esta mesma consideração será utilizada no presente trabalho.

No quadro 4 podemos observar a ficha de levantamento utilizada em campo com o objetivo de avaliar a exposição aos movimentos de massa na área de estudo.

Quadro 4 - Ficha de levantamento para avaliação da exposição ao movimento de massa.

Variáveis	Fatores de Exposição para Movimento de massa	Nível 1 - Muito Baixo	Nível 2 - Baixo	Nível 3 - Médio	Nível 4 - Alto	Nível 5 - Muito Alto
<b>Fatores Topográficos</b>						
V1	Declividade (medida em graus)	1° – 10°	11° - 20°	21° - 30°	31° - 44°	>45°
V2	Altura da encosta (m)	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25
V3	Perfil	Côncavo	Retilíneo	Côncavo/Convexo	Convexo	Vertical
<b>Fatores Pedológicos</b>						
V4	Aspectos geotécnicos	Solo residual sem indícios de processo erosivo ou cicatrizes de deslizamentos	Colúvio sem sinais de rastejo e/ou solo residual com início de processo erosivo sem cicatrizes de deslizamentos	Colúvio com pequenos sinais de rastejo ou solo residual com sulcos e/ou algumas cicatrizes de deslizamentos	Colúvio com sinais de rastejo ou solo residual com ravinas e/ou quantidade média de cicatrizes de deslizamentos; presença de trincas no solo	Colúvio com sinais de rastejo com muitas trincas; contato abrupto solo rocha e solo residual com voçorocas
V5	Evidências	Ausentes	Ravinamento	Cicatrizes sem ravinamentos	Cicatrizes com ravinamentos	Presença de cicatrizes com ravinamentos, fendas, barrigas e árvores inclinadas

Fatores Estruturais						
V6	Existência de obras de estabilização	Presença de obras de estabilização de boa qualidade e em bom estado, sem rachaduras, deformações ou infiltrações	Obras de estabilização com pequenas rachaduras, em poucos locais, com baixa deficiência da obra, com altura até 1,50m	Obras de estabilização, com presença de rachaduras e/ou infiltrações localizadas ao longo da obra, com média deficiência e altura acima de 1,50m	Ausência de obras de estabilização de encostas, com tentativas de contenção pela comunidade	Ausência de obras de estabilização de encostas em áreas com necessidade de obras de contenção
V7	Qualidade estrutural das casas/moradias	Casas revestidas com bom aspecto e utilização de materiais de construção de boa qualidade, fundação em material estável, longe da crista e base de taludes.	Casas de alvenaria com ou sem revestimento, com fundação em material estável e estrutura deficiente	Casas de alvenaria com fundação e estrutura deficiente, sem calha, localizadas próximas a crista e/ou base de talude	Casas de alvenaria sem fundação, sem calha, estrutura deficiente, com presença de rachaduras	Casas de alvenaria sem fundação e sem estrutura ou de madeira, com rachaduras e presença de afundamento do solo em alguns locais próximos à casa
Fatores Ambientais						
V8	Rede de esgotamento sanitário	Rede de esgoto de boa qualidade e bem distribuída espacialmente	Rede de esgoto com problemas de vazamento	Presença de fossa e rede de esgoto com vazamento	80% fossa e/ou sumidouro	Presença de valas a céu aberto
V9	Rede de águas pluviais	Com um grande número de bueiros/canaletas, com boa distribuição espacial, e limpas	Com quantidade razoável de bueiros/canaletas com distribuição espacial regular	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos que não são suficientes para a vazão da água	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos e frequentemente e entupidos e/ou canaletas quebradas	Ausência de bueiros/canaletas, canaletas quebradas e/ou canaletas com destino final na própria encosta
V10	Abastecimento de água	Ótima qualidade das tubulações e ausência de vazamentos	Baixo nível de vazamento e em poucos lugares	Médio nível de vazamentos e bem espalhados pela área	Alto nível de vazamentos das tubulações distribuídas por toda a área	Ausência total de abastecimento de água da rede geral
V11	Lançamento de detritos (lixo/entulhos)	Ausência de lançamento de detritos/lixo	Presença de pequenas quantidades de detritos/lixo localizada em poucos lugares	Presença razoável de detritos/lixo distribuídos pela área	Presença de grandes quantidades de detritos/lixo jogados a intervalos regulares e nos mesmos locais	Presença de grandes quantidades de detritos/lixo despejados frequentemente nos mesmos locais
V12	Existência de cortes/ou aterros	Ausência de cortes e/ou aterros	Cortes e/ou aterros pequenos (até 1,50m) em pouca quantidade e com contenções	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior e em quantidade com contenções	Cortes e/ou aterros (até com 1,50m) e sem contenções	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior e sem contenções

<b>V13</b>	<b>Cobertura vegetal</b>	Floresta densa e estabilizada	Árvores de médio porte e bem concentradas	Árvores de pequeno porte e bem espaçadas	Gramíneas, capim e/ou arbustos	Solo exposto
<b>V14</b>	<b>Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)</b>	0% - 10%	11% - 25%	26% - 35%	36% - 49%	>50%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018). Adaptada de Guerra et al. (2009) e Alheiros (1998).

# **CAPÍTULO 3**

---

## **CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO**

Neste capítulo, será apresentada uma caracterização ambiental da comunidade São José do Jacó, incluindo sua localização e histórico de ocupação. Inicialmente, abordaremos o processo de formação da área de estudo, seguido pelas principais características ambientais da comunidade, tais como clima e geologia, entre outras. Esses aspectos são importantes para compreender o desenvolvimento do perigo e podem potencializar o desastre.

### 3.1 LOCALIZAÇÃO E HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO

A área de estudo deste trabalho é a comunidade São José do Jacó, também conhecida como “comunidade do Jacó”. Ela está localizada nas coordenadas geográficas 5° 46’ 45” S de latitude e 35° 11’ 53” O de longitude. A comunidade abrange partes de dois bairros da região administrativa leste de Natal/RN: o Bairro das Rocas e o Bairro de Praia do Meio.

De acordo com dados do Censo 2010 do IBGE, a comunidade São José do Jacó configura-se como um aglomerado subnormal. Isso significa que possui mais de 51 unidades habitacionais carentes de serviços públicos, tais como saneamento básico e coleta de lixo (ANUÁRIO NATAL, 2011-2012). Segundo informações do Anuário Natal 2011-2012, baseadas no Censo do IBGE de 2010, a área possui 97 domicílios particulares ocupados, com uma população total de 328 pessoas residindo nesses domicílios (Silva, 2015).

Em 2008, a Prefeitura Municipal de Natal elaborou um PMRR – Plano Municipal de Redução de Riscos, no qual foram identificadas 74 áreas no município. Essas áreas foram caracterizadas de acordo com o tipo de processo que poderia colocar em risco a vida dos moradores ou o equilíbrio do sistema considerado (Bezerra, 2016). O Quadro 5, retirado do PMRR, mostra a Comunidade de São José do Jacó entre as áreas onde ocorrem riscos de queda de barreiras e erosão, com graus de risco variando de 0 a 5, sendo que quanto maior o número, maior é o grau de risco.



Quadro 5 - Áreas com risco de erosão/queda de barreiras

ZONAS ADMINISTRATIVAS	NOME DO ASSENTAMENTO	GRAU DE RISCO POR QUEDA DE BARREIRAS	GRAU DE RISCO POR EROSÃO
LESTE	OCIDENTAL DE CIMA	4	3
	<b>SÃO JOSÉ DO JACÓ</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
	HOSPÍCIO	0	3
OESTE	JAPÃO (NOVO HORIZONTE)	4	3
	ÁGUA DOCE	4	0
	SÍTIO GUARAPES	4	0
SUL	DAS ALMAS	0	3
	POTYGUARANIA	0	3

Fonte: Prefeitura Municipal de Natal (2008).

Como afirmado por Medeiros (2014), a comunidade São José do Jacó, localizada no bairro das Rocas, tem uma ocupação que remonta a mais de dez anos. Os serviços urbanos básicos, como pavimentação, drenagem e saneamento, ainda são precários e encontram-se disponíveis de forma pontual na comunidade. Além disso, a comunidade apresenta muitos becos estreitos sem pavimentação, acúmulo de lixo e escadarias rachadas que dão acesso às ruas acima da encosta, juntamente com moradias precárias.

Após o levantamento do banco de dados de ocorrências da Defesa Civil de Natal, realizado em 2017 pelo grupo de pesquisa Georisco, foi constatado que a comunidade do Jacó é o segundo local com mais registros de ocorrências na cidade, perdendo apenas para o Bairro de Mãe Luíza. Os atendimentos da Defesa Civil na comunidade são frequentes, principalmente durante o período mais chuvoso, quando quedas de barreiras, movimentos de massa e rachaduras são relatados pelos moradores. Isso leva à interdição de residências pela Defesa Civil, obrigando os moradores dessas casas a se mudarem e receberem aluguel social da Prefeitura de Natal.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

#### 3.2.1 Clima

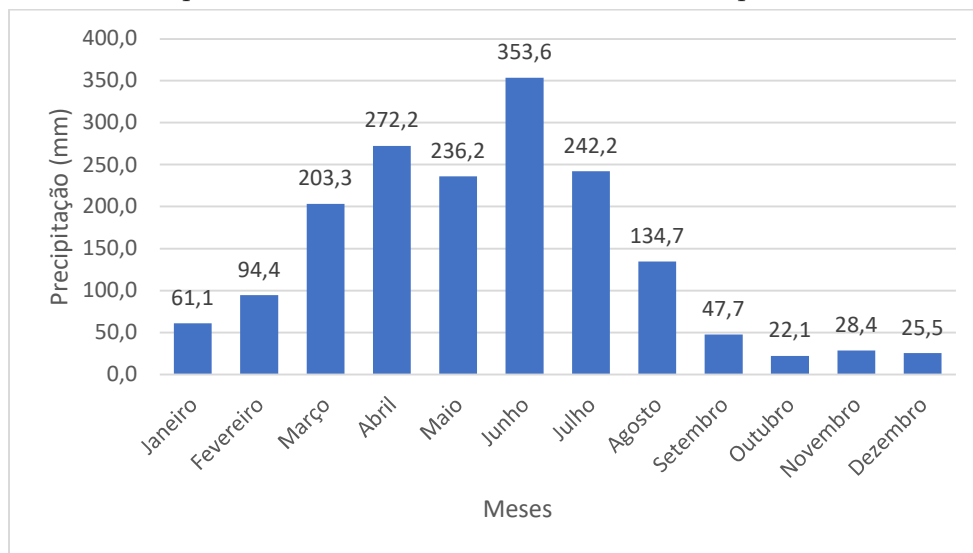
O clima desempenha um papel fundamental ao desencadear vários perigos naturais, sejam eles imediatos, como a passagem de uma tempestade, ou de longo prazo, como as estiagens e secas (Medeiros, 2014). Os aspectos climáticos podem influenciar na deflagração

de desastres, como movimentos de massas. Embora as precipitações intensas muitas vezes sejam apontadas pela mídia como culpadas por desastres como deslizamentos de terra, a responsabilidade nem sempre recai apenas sobre as chuvas fortes, mas também sobre a falta de capacidade de determinadas áreas em lidar com grandes volumes de chuva.

Para analisar o clima da comunidade, utilizaremos o município de Natal como referência, visto que a área de estudo é muito pequena para tal comparação. Natal está situada na porção litorânea oriental do Rio Grande do Norte, inserida em uma região de domínio de clima tropical chuvoso com verão seco, segundo a classificação de W. Köppen (Macedo, 2014). A média pluviométrica na cidade é de aproximadamente 1.700 mm anuais, com temperaturas médias máximas anuais de 30°C.

Conforme demonstrado no Gráfico 1, com base nas médias pluviométricas mensais entre os anos de 1981 - 2010, os meses mais chuvosos da cidade são março, abril, maio, junho, julho e agosto. O período seco corresponde aos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro. Junho é o mês mais chuvoso, com média de 353,6 mm, enquanto outubro é o mais seco, com média mensal. de apenas 22,1 mm, A média anual é de 1721,4 mm segundo os dados das normais climatológicas do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia.

Gráfico 1 - Precipitação acumulada média mensal, referente ao período de 1981 - 2010.



Fonte: INMET (2018). Elaborado pelo autor (2018).

O clima local é diretamente influenciado pela ZCIT - Zona de Convergência Intertropical, que se localiza sobre a área aproximadamente durante o período de verão e outono, coincidindo com os valores dispostos no gráfico.

Como mencionado anteriormente, as chuvas intensas podem potencializar deslizamentos em áreas de risco da cidade. Em Natal, durante períodos de chuvas intensas, os

transtornos são evidentes, incluindo deslizamentos, alagamentos, quedas de árvores, entre outros problemas.

Na comunidade do Jacó, não é diferente. Em um noticiário (Figura 14), foi relatado que 100 casas foram interditadas devido ao risco de desmoronamento após quase 30 horas consecutivas de chuva. No bairro de Mãe Luíza, aproximadamente 80 casas foram interditadas durante uma corrida de massa que afetou cerca de 30 famílias na rua Guanabara em junho de 2014.

No mesmo período, na comunidade do Jacó, aproximadamente 13 casas foram interditadas devido à queda de um muro de arrimo (ver Figura 15). Em 2016, também durante um período de fortes chuvas na cidade, o muro de arrimo, que estava passando por obras de reconstrução, desabou novamente (ver Figura 16).

Figura 14 - Noticiários relatam chuvas que causaram interdições no Jacó.



Fonte: Globo.com (2014).

Figura 15 - Muro de arrimo desaba em 2016.



Fonte: Tribuna do Norte (2016).

Figura 16 - Portal de notícias relata nova queda do muro de arrimo em 2016.

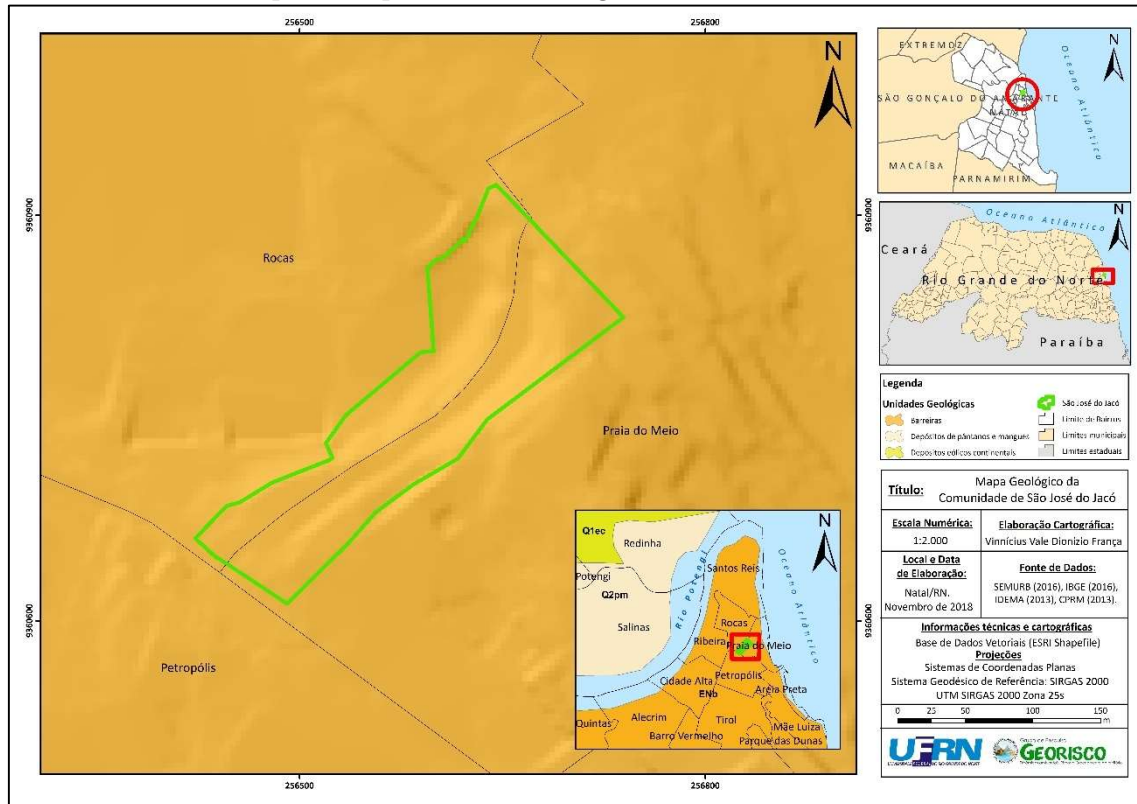


Fonte: Tribuna do Norte (2016).

### 3.2.2 Geologia

A base geológica regional compreende depósitos tércio-quaternários, constituídos pela Formação Barreiras. Essa unidade geológica é composta por sedimentos de areia, silte, argila, conglomerados e seixos arredondados de quartzo e limonita, com certo grau de oxidação, que resulta na formação de blocos de lateritas ferruginosas (Bezerra, 2016). O Mapa 7 apresenta as unidades geológicas de Natal, destacando a comunidade do Jacó, que está totalmente inserida na unidade geológica Formação Barreiras.

Mapa 7 - Mapa de Geomorfologia da comunidade do Jacó.



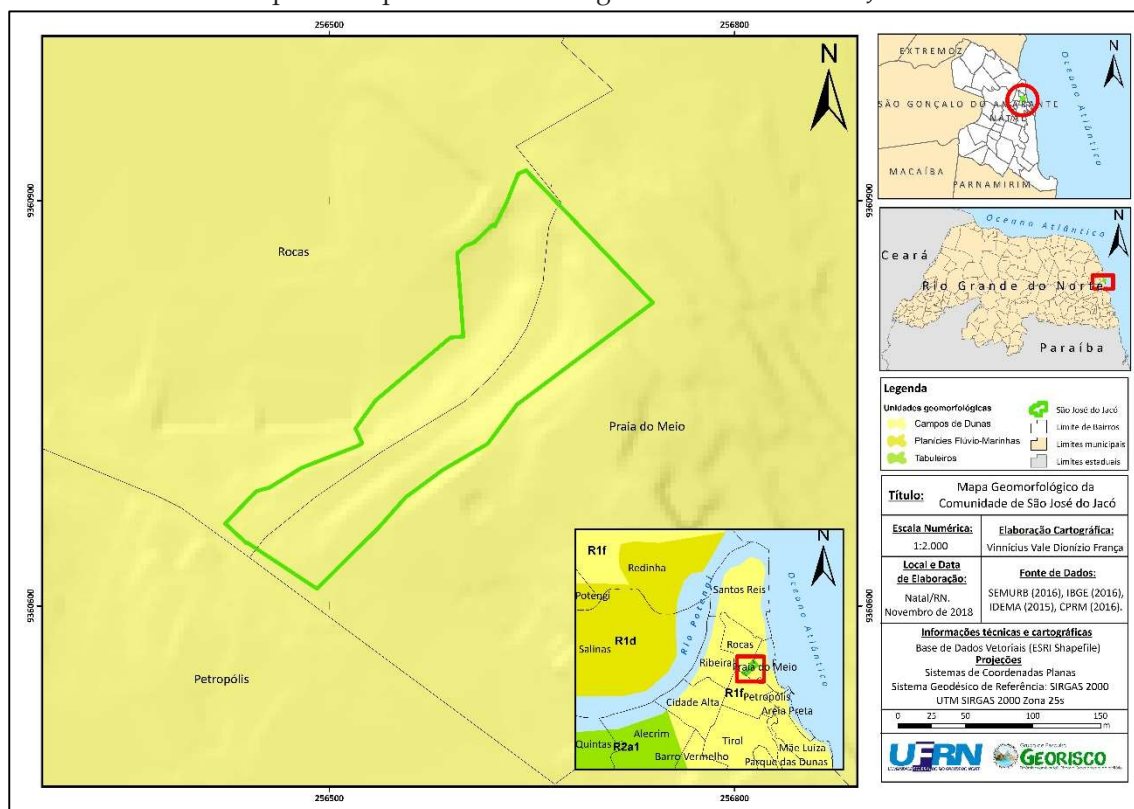
Fonte: Autores (2018).

### 3.2.3 Geomorfologia

O espaço onde Natal foi edificada é caracterizado por dunas de areia branca, lagunas e tabuleiros costeiros. A área do tecido urbano encontra-se nos tabuleiros, que, normalmente, possuem uma morfologia que pode variar de plana a suavemente ondulada. Em Natal, os tabuleiros costeiros possuem situação elevada em relação ao nível do mar e do Rio Potengi e são drenados pela própria inclinação na direção do oceano (Nunes, 2011). Para a área de estudo o relevo apresentado foi o de Campo de Dunas, conforme apresenta o Mapa 8.



Mapa 8 - Mapa de Geomorfologia da comunidade do Jacó.



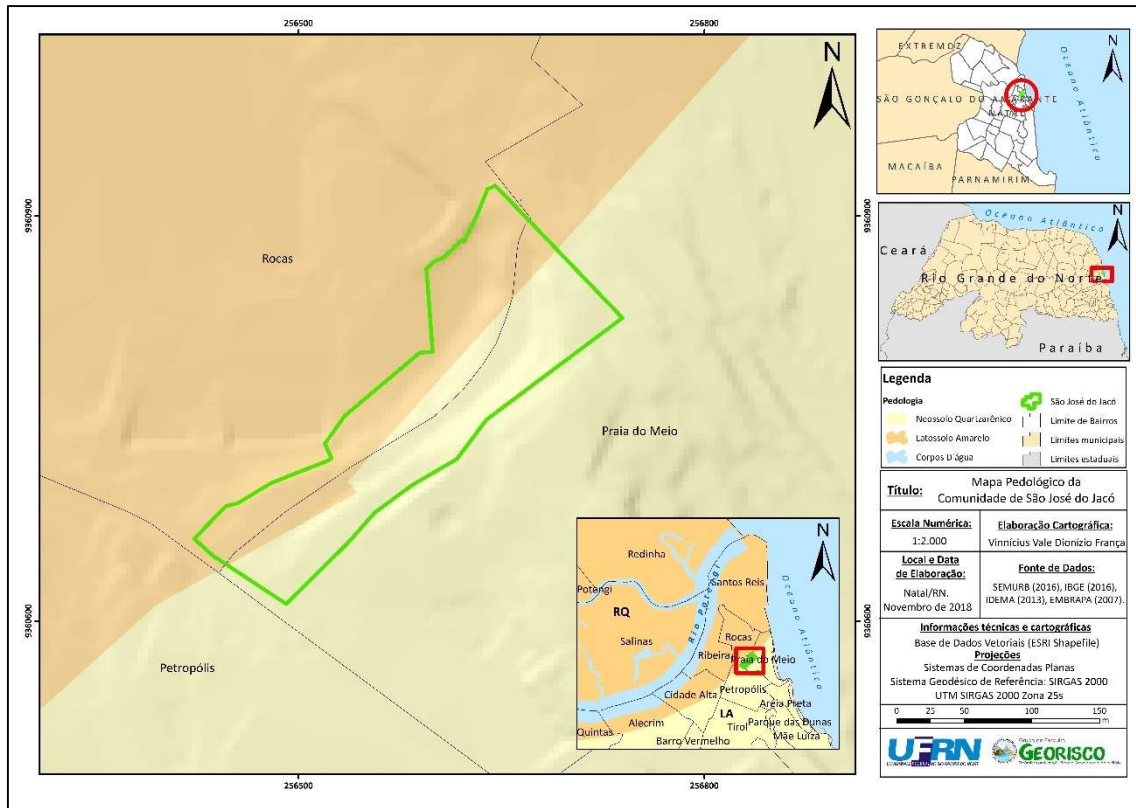
Fonte: Autores (2018).

### 3.2.4 Pedologia

De acordo com levantamento realizado pelo IDEMA em 2005, atualizado à nova classificação de solos da EMBRAPA com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SIBCS, 2007), a caracterização do solo da área de estudo revela a presença do solo Neossolo Quartzarênico na porção sudeste e o solo Latossolo Amarelo na porção noroeste da comunidade do Jacó. O Neossolo Quartzarênico apresenta uma fertilidade natural muito baixa, além de textura arenosa, excessivamente drenada, relevo ondulado e solo profundo (MACEDO, 2014). O solo do tipo Latossolo Amarelo relaciona-se com um relevo plano ou pouco ondulado, possuindo uma profundidade maior de 2m, uma boa agregação entre partículas, sendo porosas e permeáveis, de textura média a argilosa, com predomínio de quartzo e minerais altamente resistentes à intemperização (MACEDO, 2014). O mapa 9 apresenta a pedologia da área de estudo.



Mapa 9 - Mapa de Pedologia da comunidade do Jacó.



Fonte: Autores (2018).

# **CAPÍTULO 4**

---

## **ANÁLISES E RESULTADOS**

Neste capítulo serão apresentados os dados obtidos pelas fichas de campo que fazem parte da metodologia da pesquisa. Além disso, será apresentado o mapa de exposição ao risco de movimentos de massa na comunidade de São José do Jacó.

Para cada setor, será apresentado um quadro síntese que inclui a variável classificada em campo, sua descrição e seu respectivo nível de exposição. Também será disponibilizado um gráfico mostrando a distribuição dos níveis de exposição por quantidade de variáveis no setor. Além disso, serão apresentadas fotografias registradas em campo, acompanhadas de uma breve descrição de cada setor, destacando as principais condicionantes que podem potencializar o risco e que requerem atenção dos órgãos civis, dos moradores e da sociedade em geral.

## 4.1 ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO AOS MOVIMENTOS DE MASSA

Como já descrito na metodologia, para cada setor foi elaborado um quadro, que resume o número da variável, os fatores, a característica e o nível de exposição. Para elaborar o nível final de cada setor, foi determinado que o nível que mais se repetisse, ou seja, aquele que se apresentou em mais variáveis, seria o nível do setor como um todo. Por exemplo, se a maioria das variáveis do setor X foram nível *Muito Alto*, o setor X possui um nível de exposição ao movimento de massa: *Muito Alto*.

### 4.1.1 Setor 1

O setor 1 compreende a porção leste do Jacó, totalmente dentro do bairro de Praia do Meio, limitando-se ao demais setores pela Av. Des. Lins Bahia e por um pequeno beco que liga o Centro de Turismo até a comunidade. A encosta possui casas tanto no topo como na base, como é possível observar na Figura 17 obtida através do drone DJI Phantom 3 Professional.

Figura 17 - Fotografia área do setor 1 da comunidade do Jacó.



Fonte: Autores (2018).

Durante a aplicação da ficha de campo, foi possível observar a encosta a partir do quintal de uma casa (Figura 18-B). Lá, observamos lixo, entulho, gramíneas, árvores de pequeno porte e árvores inclinadas, como mostra a Figura 18-A. As casas na base da encosta podem ser observadas na Figura 18-C, algumas das quais possuem contenções improvisadas, como o uso de pneus e tábuas ou compensados. A ausência de obras de contenção é um ponto que requer análise e melhoria. Os tipos de movimento de massa que podem ocorrer na área são principalmente rastejos, escorregamentos rotacionais e corridas. Dentre os cinco setores analisados, o setor 1 não é o mais preocupante, porém também não é o setor mais seguro do ponto de vista da exposição.



Figura 18 - Setor 1 da Comunidade de São José do Jacó.



Fonte: Autores (2018).

Como apresenta o Quadro 6, para o Setor 1, os fatores que ficaram no *Alto*, foram: V3 - Perfil como convexo; V7 - Qualidade estrutural das casas com casas de alvenaria sem fundação, sem calha, estrutura deficiente, com presença de rachaduras; V8 - Rede de esgotamento sanitário com 80% fossa e/ou sumidouro; V9 - Rede de águas pluviais com Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos e frequentemente entupidos e/ou canaletas quebradas; V11 - Lançamento de detritos (lixo/entulhos), com presença de grandes quantidades de detritos/lixo despejados frequentemente nos mesmos locais; e V14 - Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas) com 36% a 49% de ocupação.

Quadro 6 - Níveis de exposição para Movimento de Massa do Setor 1.

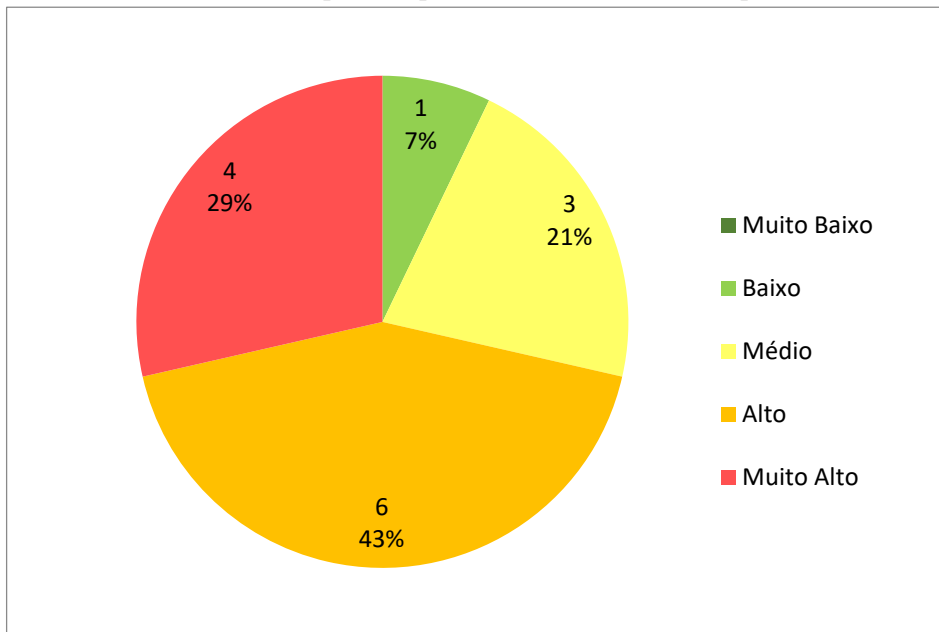
Comunidade São José do Jacó – Setor 1	Variáveis	Fatores de Exposição para Movimento de Massa	Características	Níveis
Fator Topográfico	V1	Declividade (medida em graus)	> 45°	Muito Alto
	V2	Altura	5 - 10	Baixo
	V3	Perfil	Convexo	Alto
Fator Pedológico	V4	Aspectos geotécnicos	Colúvio com pequenos sinais de rastejo ou solo residual com sulcos e/ou algumas cicatrizes de deslizamentos	Médio
	V5	Evidências	Presença de cicatrizes com ravinamentos, fendas, barrigas e árvores inclinadas	Muito Alto
Fator Estrutural	V6	Existência de Obras de estabilização	Ausência de obras de estabilização de encostas em áreas com necessidade de obras de contenção	Muito Alto
	V7	Qualidade estrutural das casas	Casas de alvenaria sem fundação, sem calha, estrutura deficiente, com presença de rachaduras	Alto
Fator Ambiental	V8	Rede de esgotamento sanitário	80% fossa e/ou sumidouro	Alto
	V9	Rede de águas pluviais	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos e frequentemente entupidos e/ou canaletas quebradas	Alto
	V10	Abastecimento de água	Médio nível de vazamentos e bem espalhados pela área	Médio
	V11	Lançamento de detritos (lixo/entulhos)	Presença de grandes quantidades de detritos/lixo jogados a intervalos regulares e nos mesmos locais	Alto
	V12	Existência de corte e/ou aterros	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior e sem contenções	Muito Alto
	V13	Cobertura vegetal	Árvores de pequeno porte e bem espaçadas	Médio
	V14	Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)	36% - 49%	Alto

Fonte: Autores (2018).

O setor 1, como mostra o Gráfico 2, apresentou quatro variáveis com níveis *Muito Alto*, e seis variáveis com níveis *Alto*, o que representa 72% das variáveis, caracterizando o setor então com **nível Alto de exposição aos movimentos de massa**.



Gráfico 2 - Níveis de Exposição para Movimento de Massa para o Setor 1.



Fonte: Autores (2018).

#### 4.1.2 Setor 2

O setor 2 compreende a porção sudoeste do Jacó, também se limitando aos demais setores pela Av. Des. Lins Bahia, e um pequeno beco, o setor está totalmente inserido no bairro da Praia do Meio. Diferente do setor 1, a encosta do setor 2 é formada por um corte abrupto de cerca de 3 a 4 metros de altura, como mostra a Figura 19.

O setor possui uma pequena rua estreita que divide a parte mais alta e a parte mais baixa (figura 20-A; B; D), a maioria das casas possuem muros de arrimo ou boas contenções com rochas, pedras e concreto armado, nos quintais das casas de baixo (figura 20-C). Dentre os setores analisados o setor 2 é um dos menos preocupantes, que apresentou melhores condições de estrutura das casas e de contenção da encosta.

Figura 19 - Corte vertical na encosta do setor 2.



Fonte: Autores (2018).

Figura 20 - Setor 2 da Comunidade de São José do Jacó.



Fonte: Autores (2018).

Como mostra o Quadro 7, o Setor 2 apresentou apenas duas variáveis com níveis *Muito Alto*, que foram V1 - Declividade, com declividades maiores que 45°; V3 - Perfil,

sendo ele vertical; e V 14 - Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas), sendo ela de >50%.

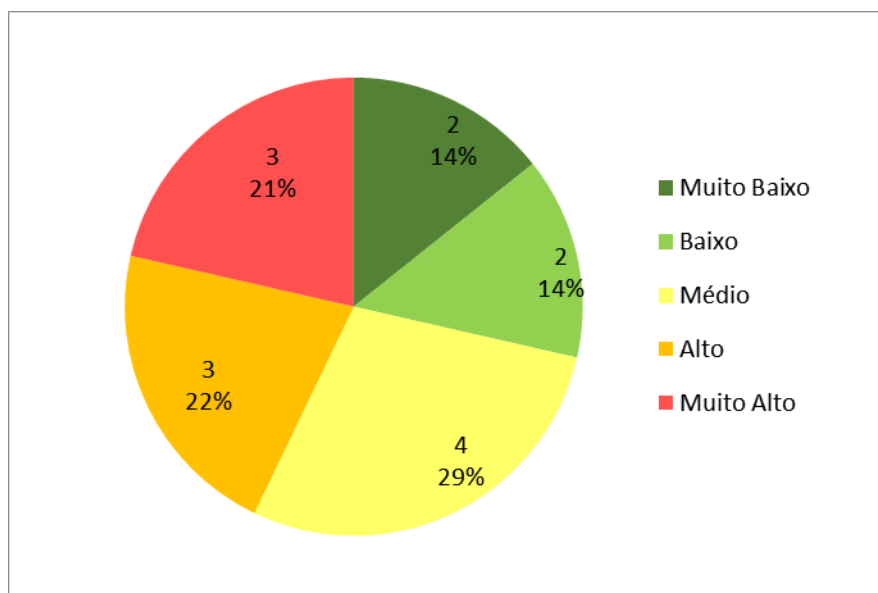
Quadro 7 - Níveis de exposição para Movimento de Massa do Setor 2.

Comunidade São José do Jacó - Setor 2	Variáveis	Fatores de Exposição para Movimento de Massa	Características	Níveis
Fator Topográfico	V1	Declividade (medida em graus)	>45°	Muito Alto
	V2	Altura	0 - 5	Muito Baixo
	V3	Perfil	Vertical	Muito Alto
Fator Pedológico	V4	Aspectos geotécnicos	Solo residual sem indícios de processo erosivo ou cicatrizes de deslizamentos	Muito Baixo
	V5	Evidências	Cicatrizes com ravinamentos	Alto
Fator Estrutural	V6	Existência de Obras de estabilização	Obras de estabilização, com presença de rachaduras e/ou infiltrações localizadas ao longo da obra, com média deficiência e altura acima de 1,50m	Médio
	V7	Qualidade estrutural das casas	Casas de alvenaria com fundação estrutura deficiente, sem calha, localizadas próximas a crista e/ou base de talude	Médio
Fator Ambiental	V8	Rede de esgotamento sanitário	80% fossa e/ou sumidouro	Alto
	V9	Rede de águas pluviais	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos e frequentemente entupidos e/ou canaletas quebradas	Alto
	V10	Abastecimento de água	Baixo nível de vazamento e em poucos lugares	Baixo
	V11	Lançamento de detritos (lixo/entulhos)	Presença de pequenas quantidades de detritos/lixo localizada em poucos lugares	Baixo
	V12	Existência de corte e/ou aterros	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior e em quantidade com contenções	Médio
	V13	Cobertura vegetal	Árvores de pequeno porte e bem espaçadas	Médio
	V14	Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)	>50%	Muito Alto

Fonte: Atores (2018).

O setor 2 apresentou mais variáveis no nível *Médio*, como mostra o Gráfico 3, foram quatro variáveis, sendo elas: V6 - Existência de Obras de estabilização; V7 - Qualidade estrutural das casas; V12 - Existência de corte e/ou aterros; e V13 - Cobertura vegetal. Como foi o nível que mais se repetiu, o setor 3 ficou caracterizado então no **nível *Médio* de exposição aos movimentos de massa**.

Gráfico 3 - Níveis de Exposição para Movimento de Massa para o Setor 2.



Fonte: Autores (2018).

### 4.1.2 Setor 3

O setor 3 compreende a porção leste da comunidade do Jacó, está localizado inteiramente no bairro das Rocas, tendo como divisão dos demais setores a Av. Des. Lins Bahia e uma encosta. O setor diferente dos primeiros dois setores, possui maiores níveis de exposição, e também apresenta histórico de eventos como a queda de um muro de arrimo por duas vezes. Em 2014 o muro caiu e atingiu cerca de 12 famílias, após um tempo uma empresa privada começou as obras para a reconstrução do muro, porém em 2016 em um período de chuvas intensas, o muro desabou novamente (Figuras 21 e 22). O setor 3 só possui casas no topo da encosta.



Figura 21 - Muro de arrimo no setor 3 cai após fortes chuvas em 2016.



Fonte: (Blog do BG, 2016).



Figura 22 - O antes e depois do Muro de Arrimo em 2016.



Fonte: (Tribuna do Norte, 2016)

Após a queda do muro de arrimo em 2016, a obra não foi refeita, e todas as casas no topo da encosta foram interditadas pela Defesa Civil Municipal, como ilustrado na Figura 23-B. Na Figura 23-A, é possível observar as casas que possuem muro de arrimo nos fundos, porém ainda correm risco de desabarem, razão pela qual também foram interditadas. Nas Figuras 23-C e 23-D, podem-se visualizar os muros de arrimo ao longo de toda a encosta, que tem aproximadamente 15 metros de altura e uma declividade de praticamente 90°. Além da inclinação e do perfil, fatores como solo exposto e existência de cortes na encosta aumentam o risco de movimentos de massa.

Porém, é importante ressaltar que grande parte da encosta possui as contenções necessárias, embora necessitem de estudos e avaliações para possíveis reparos, visando evitar incidentes semelhantes aos ocorridos em 2014 e 2016 com parte do muro de arrimo. Esses incidentes prejudicaram diversas famílias, que precisaram deixar suas residências e estão vivendo com o auxílio do aluguel social pago pela Prefeitura de Natal. Muitas vezes, essas famílias acabam morando em locais onde não se sentem confortáveis e prefeririam retornar às suas antigas casas na comunidade do Jacó. Os tipos de movimentos de massa possíveis incluem tombamentos, corridas e deslizamentos planares.

Figura 23 - Setor 3 da Comunidade São José do Jacó.



Fonte: Autores (2018).

Como mostra o Quadro 8, o setor 3 apresentou seis fatores com níveis que ficaram com níveis de *Muito Alto*, foram elas: V1 - Declividade (medida em graus) > com >45°; V3 - Perfil sendo Vertical; V5 - Evidências, com presença de cicatrizes com ravinamentos, fendas, barrigas e árvores inclinadas; V12 -Existência de corte e/ou aterros com cortes e/ou aterros maiores que o anterior e sem contenções; V13 - Cobertura vegetal com solo exposto; V14 - Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas) com >50%.

Quadro 8 - Níveis de exposição para Movimento de Massa do Setor 3.

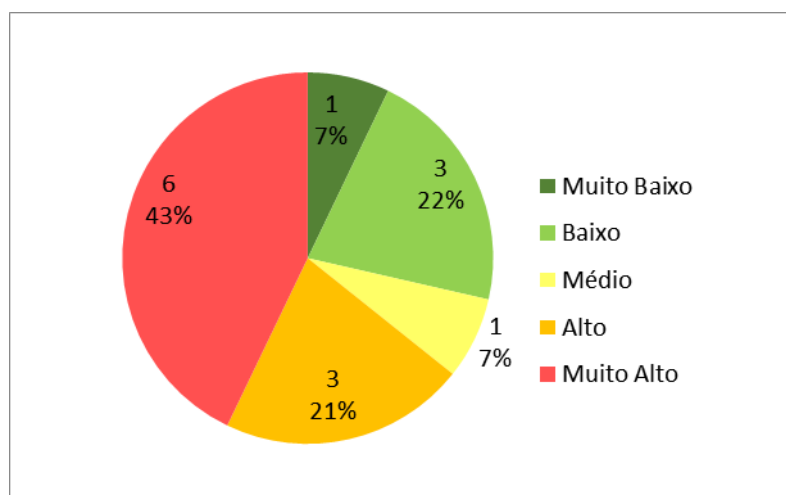
Comunidade São José do Jacó - Setor 3	Variáveis	Fatores de Exposição para Movimento de Massa	Características	Níveis
Fator Topográfico	V1	Declividade (medida em graus)	>45°	Muito Alto
	V2	Altura	5 - 10	Baixo
	V3	Perfil	Vertical	Muito Alto
Fator Pedológico	V4	Aspectos geotécnicos	Colúvio com sinais de rastejo ou solo residual com ravinas e/ou quantidade média de cicatrizes de deslizamentos; presença de trincas no solo	Alto
	V5	Evidências	Presença de cicatrizes com ravinamentos, fendas, barrigas e árvores inclinadas	Muito Alto

Fator Estrutural	V6	Existência de Obras de estabilização	Ausência de obras de estabilização de encostas, com tentativas de contenção pela comunidade	Alto
	V7	Qualidade estrutural das casas	Casas de alvenaria com fundação e estrutura deficiente, sem calha, localizadas próximas a crista e/ou base de talude	Médio
Fator Ambiental	V8	Rede de esgotamento sanitário	Rede de esgoto de boa qualidade e bem distribuída espacialmente	Muito Baixo
	V9	Rede de águas pluviais	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos e frequentemente entupidos e/ou canaletas quebradas	Alto
	V10	Abastecimento de água	Baixo nível de vazamento e em poucos lugares	Baixo
	V11	Lançamento de detritos (lixo/entulhos)	Presença de pequenas quantidades de detritos/lixo localizada em poucos lugares	Baixo
	V12	Existência de corte e/ou aterros	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior e sem contenções	Muito Alto
	V13	Cobertura vegetal	Solo exposto	Muito Alto
	V14	Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)	>50%	Muito Alto

Fonte: Autores (2018).

Como apresenta o Gráfico 4, o setor 3 possui seis fatores com níveis Muito Alto, o que representa 43% das variáveis, sendo quase metade de todos os fatores, o que caracteriza o setor 3 com um **nível Muito Alto de exposição aos movimentos de massa**.

Gráfico 4 - Níveis de Exposição para Movimento de Massa para o Setor 3.



Fonte: Autores (2018).



#### 4.1.4 Setor 4

O setor 4 compreende a porção norte da Comunidade do Jacó, ficando localizado totalmente no bairro das Rocas, faz limite com os outros setores a partir da Av. Des. Lins Bahia e uma escadaria. Na figura 24 é possível observar uma fotografia aérea obtida através do drone DJI Phantom 3 Professional do setor 4 e parte do setor 1.

Figura 24 - Fotografia aérea de parte do setor 1 e 4.



Fonte: Autores (2018).

A área abriga casas tanto no topo quanto na base da encosta, apresentando também as cotas altimétricas mais baixas do Jacó. Isso contribui para que grande parte da drenagem natural das chuvas desça pelas escadarias (Figura 25-A) e pela própria encosta, resultando no acúmulo de água no centro do setor e causando alagamentos. Durante as visitas à comunidade, os moradores relataram que essa área costuma alagar sempre que há chuvas intensas. Foi possível observar medidas preventivas adotadas pela população, como a construção de batentes altos nas entradas das casas (Figura 25-B), na tentativa de evitar a entrada de água em suas residências.

A única forma de drenagem de todo o setor é uma boca de lobo de pouca vazão (Figura 25-C), que acaba ficando subdimensionada para um grande volume de água em meses chuvosos.

Figura 25 - Problemas no Setor 4 da Comunidade do Jacó.



Fonte: Autores (2018).

O setor 4 apresenta uma encosta com altura considerável (Figura 26-A e 26-B), com declividade superior a  $45^\circ$ . Além dos problemas já mencionados, como demonstrado na Figura 26-C, observa-se a presença de barrigas, fendas e contenções improvisadas inclinadas. Outros fatores preocupantes são as estruturas das casas na base da encosta, com pouca ou nenhuma contenção em seus quintais. No topo da encosta, a maioria das residências possui fundações frágeis, que correm o risco de desabar, afetando tanto as famílias das casas localizadas na parte superior quanto aquelas na parte inferior do setor.

Fato este, que já aconteceu, como relatou moradores durante conversas, que afirmaram que casas já caíram no local da Figura 26-A, mas que foram apenas perdas materiais, sem pessoas feridas, que acabaram indo morar em casas de familiares próximos. Os tipos de movimentos de massa possíveis no setor são: escorregamentos planares, corridas e rastejos.



Figura 26 - Setor 4 da Comunidade São José do Jacó.



Fonte: Autores, 2018.

O setor 4, como mostra o Quadro 9, apresentou nove fatores de exposição ao movimento de massa considerados como nível *Muito Alto*, sendo eles: V1 - Declividade (medida em graus) maior que 45°; V5 - Evidências com presença de cicatrizes com ravinamentos, fendas, barrigas e árvores inclinadas; V - Existência de Obras de estabilização com ausência de obras de estabilização de encostas em áreas com necessidade de obras de contenção; V7 - Qualidade estrutural das casas com casas de alvenaria sem fundação e sem estrutura ou de madeira, com rachaduras e presença de afundamento do solo em alguns locais próximos à casa; V8 - Rede de esgotamento sanitário com presença de valas a céu aberto; V9 - Rede de águas pluviais com ausência de bueiros/canaletas, canaletas quebradas e/ou canaletas com destino final na própria encosta; V10 - Abastecimento de água com ausência total de abastecimento de água da rede geral; V11 - Lançamento de detritos (lixo/entulhos) com presença de grandes quantidades de detritos/lixo despejados frequentemente nos mesmos locais; V12 - Existência de corte e/ou aterros com cortes e/ou aterros maiores que o anterior e sem contenções.

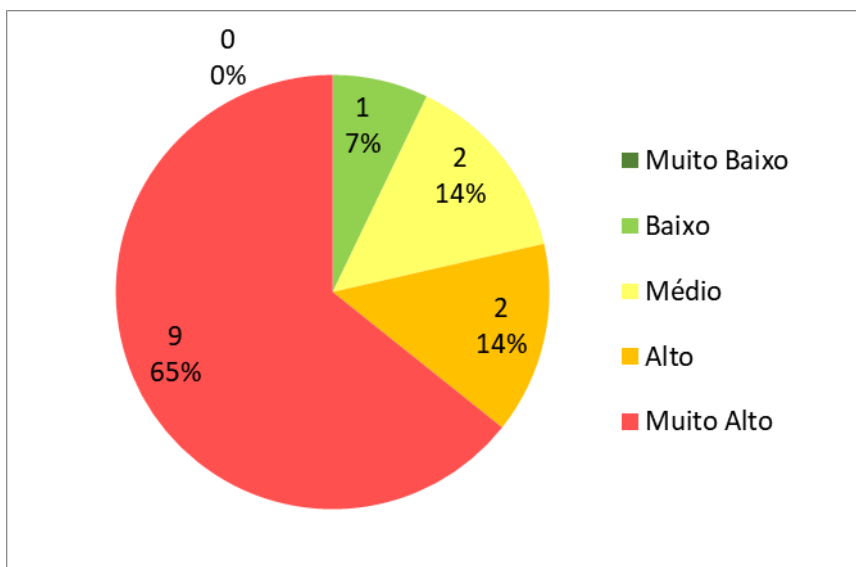
Quadro 9 - Níveis de exposição para Movimento de Massa do Setor 4.

Comunidade São José do Jacó - Setor 4	Variáveis	Fatores de Exposição para Movimento de Massa	Características	Níveis
Fator Topográfico	V1	Declividade (medida em graus)	>45°	Muito Alto
	V2	Altura	5 - 10	Baixo
	V3	Perfil	Côncavo/ Convexo	Médio
Fator Pedológico	V4	Aspectos geotécnicos	Colúvio com pequenos sinais de rastejo ou solo residual com sulcos e/ou algumas cicatrizes de deslizamentos	Médio
	V5	Evidências	Presença de cicatrizes com ravinamentos, fendas, barrigas e árvores inclinadas	Muito Alto
Fator Estrutural	V6	Existência de Obras de estabilização	Ausência de obras de estabilização de encostas em áreas com necessidade de obras de contenção	Muito Alto
	V7	Qualidade estrutural das casas	Casas de alvenaria sem fundação e sem estrutura ou de madeira, com rachaduras e presença de afundamento do solo em alguns locais próximos à casa	Muito Alto
Fator Ambiental	V8	Rede de esgotamento sanitário	Presença de valas a céu aberto	Muito Alto
	V9	Rede de águas pluviais	Ausência de bueiros/canaletas, canaletas quebradas e/ou canaletas com destino final na própria encosta	Muito Alto
	V10	Abastecimento de água	Ausência total de abastecimento de água da rede geral	Muito Alto
	V11	Lançamento de detritos (lixo/entulhos)	Presença de grandes quantidades de detritos/lixo despejados frequentemente nos mesmos locais	Muito Alto
	V12	Existência de corte e/ou aterros	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior e sem contenções	Muito Alto
	V13	Cobertura vegetal	Gramíneas, capim e/ou arbustos	Alto
	V14	Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)	36% - 49%	Alto

Fonte: Autores (2018).

Como é possível observar no Gráfico 5, o setor 4 possui 9 variáveis com níveis de *Muito Alto*, o que representa 65% de todas as variáveis possíveis, um valor bastante considerado em relação aos outros setores. Sendo ele o único setor em que o **nível *Muito Alto*** chegou a mais da metade de que outros níveis de **exposição aos movimentos de massa**.

Gráfico 5 - Níveis de Exposição para Movimento de Massa para o Setor 4.



Fonte: Autores (2018).

#### 4.1.5 Setor 5

O setor 5 corresponde ao centro da Comunidade do Jacó, localizado inteiramente no bairro das Rocas, limitando-se aos demais setores pela Av. Des. Lins Bahia, escadarias e a extremidade da encosta. A área apresenta casas tanto no topo quanto na base da encosta, com alta declividade e estruturas precárias, além de sinais de rachaduras e presença de lixo e entulho na encosta, constituindo os principais problemas do setor. Os quintais das residências no topo da encosta estão próximos aos quintais das casas na base, e as residências na parte inferior possuem poucas ou quase nenhuma contenção, o que aumenta o risco de desabamento das casas superiores, afetando as casas inferiores. Na Figura 25, pode-se observar uma fotografia aérea dos setores da comunidade obtida através do drone DJI Phantom 3 Professional.



Figura 27 - Fotografia aérea da Comunidade São José do Jacó.



Fonte: DJI Phantom 3 Professional (2018).

Nas Figuras 28-A, 28-B e 28-F, destacados pelos círculos vermelhos, é possível observar rachaduras verticais em casas localizadas no setor. No círculo verde da Figura 28-C, podemos visualizar residências construídas com materiais diversos de tijolo, apresentando tonalidades branca e vermelha, o que compromete a estrutura das casas. Na Figura 28-D, é perceptível a dificuldade de acesso de uma moradora idosa à sua residência. Já na Figura 28-E, a encosta encontra-se completamente tomada por entulhos e lixos despejados pela própria população. Essa área desocupada possui uma grande árvore Amendoeira-da-praia e está sustentando todo o peso do solo apenas por um muro na parte inferior. Os tipos de movimentos de massa possíveis de ocorrer no setor são rastejos, corridas e escorregamentos planares.



Figura 28 - Setor 5 da Comunidade São José do Jacó.



Fonte: Autores (2018).

Conforme podemos observar no Quadro 10, o setor 5 apresentou seis fatores classificados como nível *Muito Alto*, sendo as variáveis: V1 - Declividade, acima de 45°; V4 - Aspectos geotécnicos com colúvio com sinais de rastejo ou solo residual com ravinas e/ou quantidade média de cicatrizes de deslizamentos; presença de trincas no solo; V6 - Evidências com presença de cicatrizes com ravinamentos, fendas, barrigas e árvores inclinadas; V7 - Qualidade estrutural das casas com casas de alvenaria sem fundação e sem estrutura ou de madeira, com rachaduras e presença de afundamento do solo em alguns locais próximos à casa; V11 - Lançamento de detritos (lixo/entulhos) com presença de grandes quantidades de detritos/lixo despejados frequentemente nos mesmos locais; V12 - Existência de corte e/ou aterros com cortes e/ou aterros maiores que o anterior e sem contenções; V14 - Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas) com >50%.



Quadro 10 - Níveis de exposição para Movimento de Massa do Setor 5.

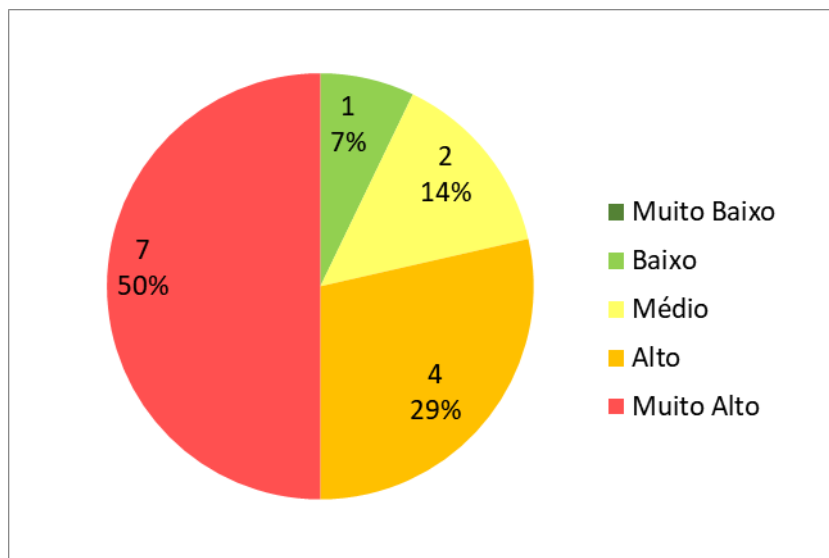
Comunidade São José do Jacó - Setor 5	Variáveis	Fatores de Exposição para Movimento de Massa	Características	Níveis
Fator Topográfico	V1	Declividade (medida em graus)	>45°	Muito Alto
	V2	Altura	5 - 10	Baixo
	V3	Perfil	Convexo	Alto
Fator Pedológico	V4	Aspectos geotécnicos	Colúvio com sinais de rastejo ou solo residual com ravinas e/ou quantidade média de cicatrizes de deslizamentos; presença de trincas no solo	Alto
	V5	Evidências	Presença de cicatrizes com ravinamentos, fendas, barrigas e árvores inclinadas	Muito Alto
Fator Estrutural	V6	Existência de Obras de estabilização	Ausência de obras de estabilização de encostas em áreas com necessidade de obras de contenção	Muito Alto
	V7	Qualidade estrutural das casas	Casas de alvenaria sem fundação e sem estrutura ou de madeira, com rachaduras e presença de afundamento do solo em alguns locais próximos à casa	Muito Alto
Fator Ambiental	V8	Rede de esgotamento sanitário	Presença de valas a céu aberto	Médio
	V9	Rede de águas pluviais	Presença de bueiros/ canaletas mal distribuídos e frequentemente entupidos e/ou canaletas quebradas	Alto
	V10	Abastecimento de água	Médio nível de vazamentos e bem espalhados pela área	Médio
	V11	Lançamento de detritos (lixo/entulhos)	Presença de grandes quantidades de detritos/lixo despejados frequentemente nos mesmos locais	Muito Alto
	V12	Existência de corte e/ou aterros	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior e sem contenções	Muito Alto
	V13	Cobertura vegetal	Gramíneas, capim e/ou arbustos	Alto
	V14	Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)	>50%	Muito Alto

Fonte: Autores (2018).

Como é possível observar no Gráfico 6, o setor 5 possui seis variáveis com o **nível Muito Alto**, o que representa uma porcentagem de 50% de todas as variáveis. Quatro variáveis ficaram classificadas com o nível *Alto*, o que representa uma soma de 79% das

variáveis possuindo níveis *Alto* e *Muito Alto*, caracterizando no final, o setor 5 com um nível *Muito Alto* de exposição ao risco de movimentos de massa.

Gráfico 6 - Níveis de Exposição para Movimento de Massa para o Setor 5.



Fonte: Autores (2018).

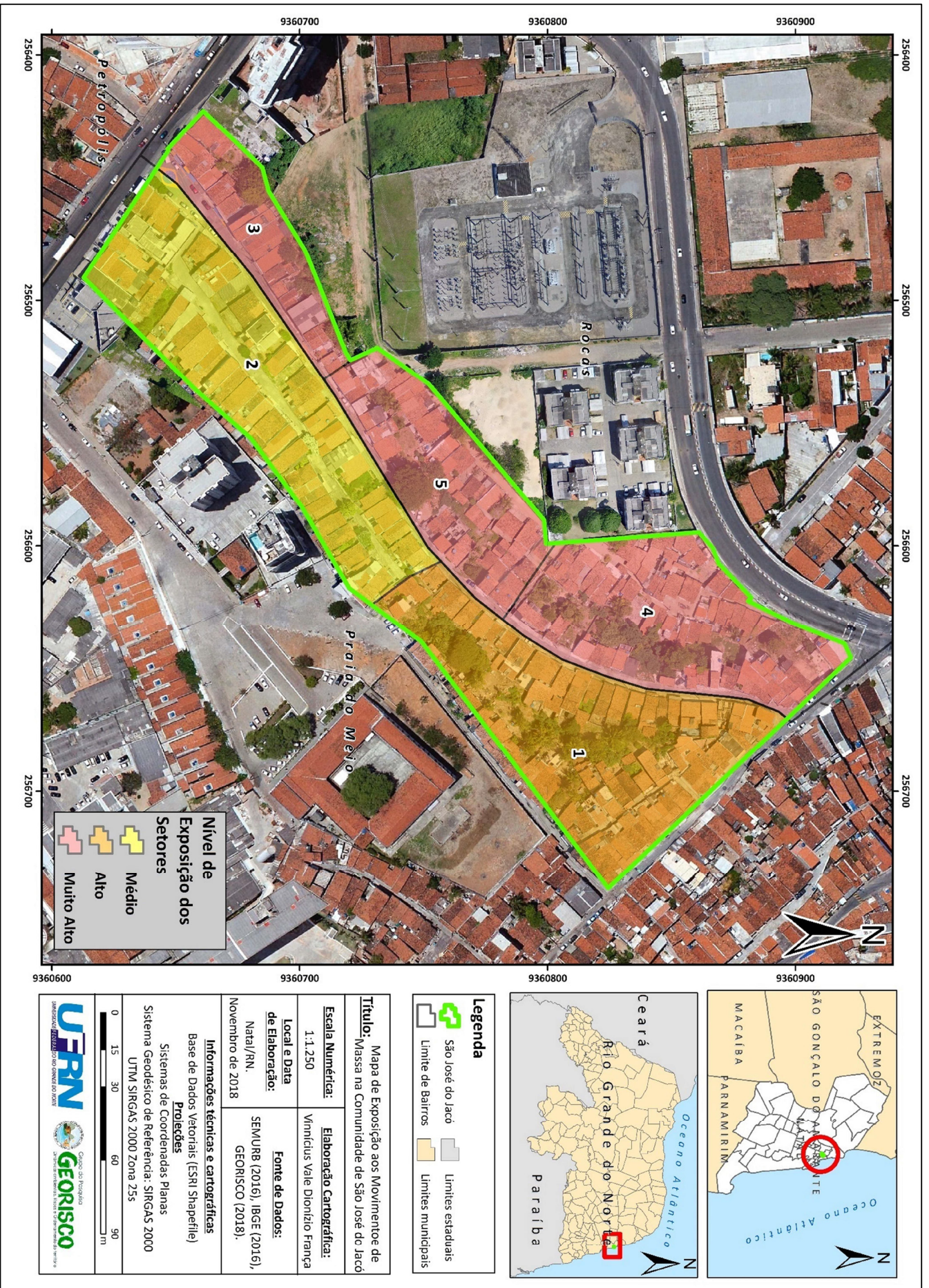
#### 4.2 ESPACIALIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO NA COMUNIDADE DO JACÓ

A partir dos dados obtidos através da metodologia da exposição aos movimentos de massa, foi possível elaborar um mapa onde fosse especializado na comunidade do Jacó, os setores e seus respectivos níveis de exposição. Como mostra o Mapa 10, o setor 1 ficou classificado com um nível *Alto* de exposição, o setor 2 ficou classificado com nível *Médio*, e os setores 3, 4 e 5 com nível *Muito Alto*.

O Mapa 11 apresenta uma carta-imagem, com uma fotografia de cada setor da comunidade do Jacó, facilitando a visualização das condições ambientais de cada área.

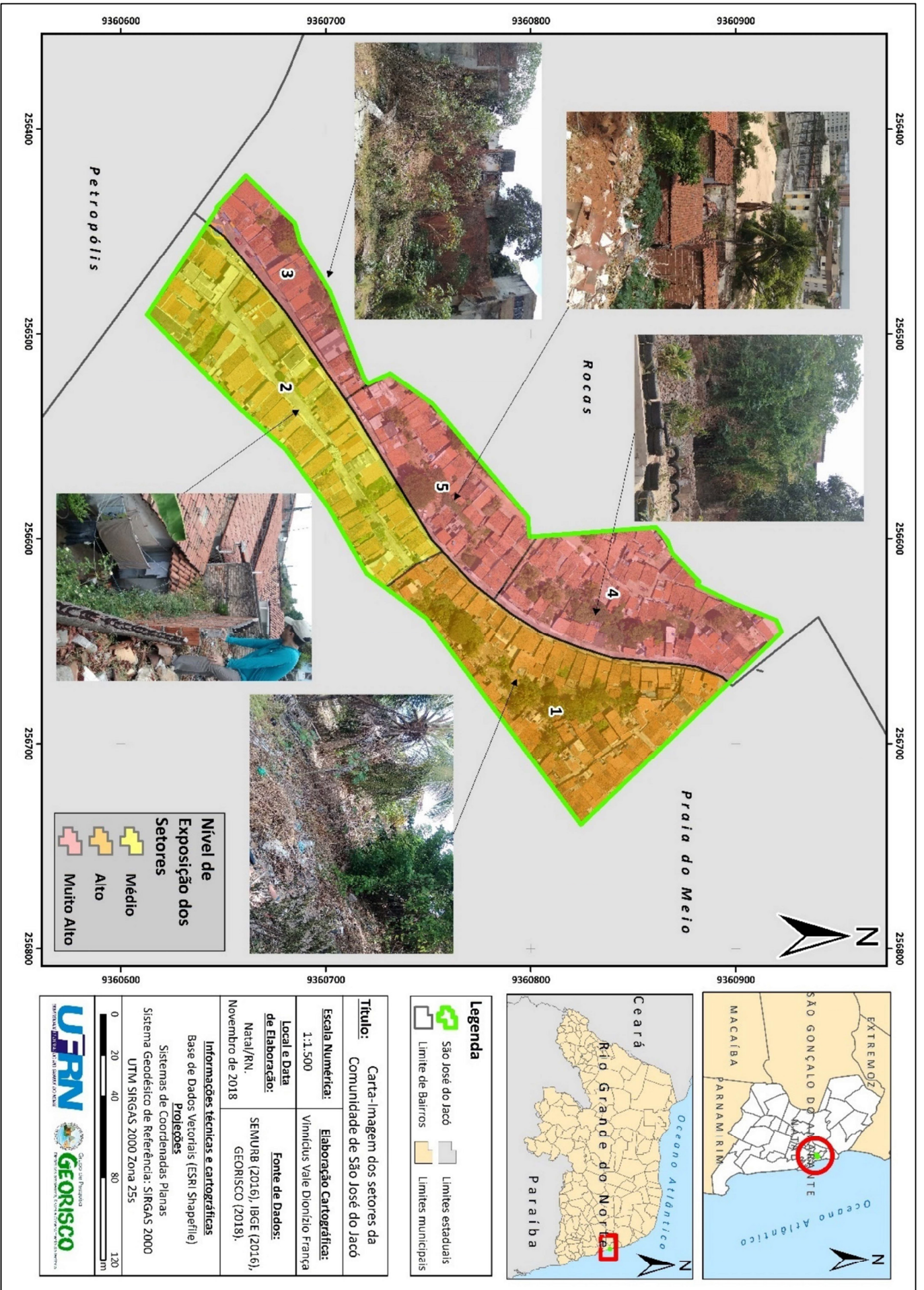


Mapa 10 - Mapa de Exposição aos Movimentos de Massa na comunidade do Jacó. Fonte: Franca (2018).





Mapa 11 - Carta-Imagem da Exposição aos movimentos de massa na comunidade do Jacó. Fonte: França (2018).



## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**



A partir dos resultados da pesquisa, foi possível analisar e classificar as áreas estudadas de acordo com seus níveis de risco. Após a elaboração cartográfica da exposição ao risco de movimentos de massa, constatou-se que, da área da comunidade, que totaliza 2,87 ha, 45%, ou seja, 1,30 ha, corresponde a áreas com nível Muito Alto de exposição.

Dos 5 setores estabelecidos para a análise deste estudo, 3 obtiveram o nível Muito Alto de exposição, correspondendo aos 1,30 ha da área da comunidade do Jacó. Esses 3 setores estão localizados no bairro das Rocas, sendo os setores 1, 3 e 5. Os demais setores, 2 e 4, estão localizados no bairro da Praia do Meio e obtiveram níveis Médio e Alto, respectivamente.

A diferenciação entre os setores se deve não só às condicionantes ambientais, que variam entre os setores presentes nas Rocas e os do bairro da Praia do Meio, mas também às condições estruturais das casas e às medidas de contenção realizadas.

Entretanto, entre os setores com nível Muito Alto, ficaram evidentes os problemas encontrados, como alta declividade, presença de cortes ou aterros, ausência de cobertura vegetal, presença de entulho e lixo, falta de contenções e residências com estruturas danificadas, apresentando várias rachaduras.

As encostas ou partes delas com declividade superior a 45° são consideradas Áreas de Preservação Permanente, conforme a Lei Federal Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, o que restringe a ocupação dessas áreas. Na comunidade do Jacó, observamos moradias em áreas com essa configuração, exigindo uma atenção especial dos órgãos competentes.

De acordo com a legislação ambiental local (Lei nº 4.100 de junho de 1992), áreas com iminência de riscos ambientais devem receber atenção especial da administração pública em relação ao zoneamento ambiental.

Este estudo teve como objetivo analisar a exposição das encostas aos movimentos de massa, ou seja, dentro da perspectiva do risco, enfocando mais o perigo, ou seja, a questão física, e menos a vulnerabilidade, que corresponde à esfera social.

Para futuros estudos na área, recomenda-se analisar a vulnerabilidade social dos moradores da comunidade, um fator que pode potencializar o risco. Ao considerar a susceptibilidade, a capacidade de lidar e a adaptação da população com base nas condições físicas de exposição relatadas neste estudo, a análise do risco se torna mais completa e pode apresentar resultados semelhantes ou diferentes.

Além disso, conclui-se que trabalhos como este são de extrema importância para a sociedade civil como um todo, para os moradores de áreas de risco, para os governantes

que precisam tomar medidas e para os pesquisadores e cientistas que buscam utilizar os recursos aplicados nas universidades em estudos para melhorar a qualidade de vida das pessoas, independentemente de classe, cor ou religião.

Portanto, propõe-se uma ação integrada com membros da sociedade, do governo, de pesquisadores e da própria comunidade, visando formar um comitê de Gestão de Risco de Desastres, não apenas para uma comunidade específica, mas para toda a cidade.

## REFERÊNCIAS

ALHEIROS, M.M. **Riscos de Escorregamentos na Região Metropolitana do Recife.**1998.135p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador,1998.

ALMEIDA, L. Q. de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará.** / Lutiane Queiroz de Almeida. - Rio Claro: [s.n.], 2010. 278 f.

ALMEIDA, L. Q. de. **Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na geografia (a Science of the risks and vulnerabilities to geography).** Mercator, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 83 a 99, nov. 2011.

**Anuário Natal 2011 – 2012/** Secretaria Municipal de meio Ambiente e Urbanismo. – Natal (RN): SEMURB, 2012. 402p

AZEVEDO, P. G. **Vulnerabilidades Socioambientais na Zona de Proteção Ambiental - 9, Natal/RN.** 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Curso de Geografia, Departamento de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010

Blog do BG. (2016). **Muro de contenção na comunidade do Jacó, em Natal, em estado crítico.** Fonte: Blog do BG: <https://www.blogdobg.com.br/fotos-muro-de-contencao-na-comunidade-do-jaco-em-natal-em-estado-critico/> Acesso em 02 de novembro de 2018.

BEZERRA, L. T. V. **Mapeamento de risco/perigo de movimentos de massa e avaliação da estabilidade das encostas na comunidade São José do Jacó, em Natal/RN.** 2016. 105 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

BUFFON, E; DA PAZ, O; SAMPAIO, T. **Veículo aéreo não tripulado (VANT) - aplicação na análise de inundações em áreas urbanas.** REVISTA DE GEOGRAFIA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO, v. 13, p. 85-108, 2018.

CEMADEN. **Movimento de Massa.** Disponível em: <<https://www.cemaden.gov.br/deslizamentos/>> Acesso em 02 de novembro de 2018.

GUERRA, A. J. T et. Al. **Criação de um sistema de previsão e alerta de riscos a deslizamentos e enchentes, visando minimizar os impactos socioambientais no bairro Quitandinha, Bacia do Rio Piabanha (Afluente Do Paraíba Do Sul), Município de Petrópolis-RJ.** Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade, Taubaté, Brasil, 09-11 dezembro 2009, IPABHi, p. 785-824.

GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (Orgs.). **Unidades de Conservação: abordagens e características geográficas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 296p.

Globo.com. **Natal tem 100 casas interditadas por causa das chuvas, afirma Prefeitura.** 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2014/06/natal-tem-100-casas-interditadas-por-causa-das-chuvas-afirma-prefeitura.html>. Acesso em 10 de novembro de 2018.

GUSMÃO FILHO, J. A.; et. al. **Estudo das Encostas de Jaboatão dos Guararapes - PE.** In: 1ª Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas, 1992, Rio de Janeiro/RJ. Anais COBRAE, v1, n1, p. 191-209.

HIGHLAND, L. M. BOBROWSKY, P. **O Manual de Deslizamento - Um Guia para a Compreensão de Deslizamentos.** U.S. Geological Survey, Reston, Virginia: 2008

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL - INMET. **Normais. Climatológicas** (1981/2010). Natal - RN, 2018.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de Desastres Naturais: conceitos básicos.** Curitiba: Organic Trading, 2006.

LIMA, P. H. G. **Urbanização e desastre: estudo de caso dos movimentos de massa ocorrido no bairro Mãe Luiza, Natal/RN.** 2017. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 101 p.

MACEDO, Y, M. de. **Vulnerabilidade socioambiental no Bairro Mãe Luiza, Natal - RN/ Brasil.** / Yuri Marques Macedo. - Natal, RN, 2015. 175 f.

MACEDO, Y, M. de. **Áreas De Risco E Vulnerabilidade Socioambiental No Bairro Mãe Luiza E Comunidade Passo Da Pátria, Natal - RN/ Brasil.** Qualificação de Mestrado PPGE-DGE. Mar, 2014

MEDEIROS, M. D. **Eventos hidro climáticos extremos e vulnerabilidade socioambiental a inundações no Baixo-Açu - RN** / Marysol Dantas de Medeiros. - 2018. 209 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2018.

MEDEIROS, M. D. **Vulnerabilidade socioambiental no município de Natal, RN.** 2014. 167p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014. Disponível em: < <http://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/19943>>. Acesso em 15 de outubro de 2018.

MENDONÇA. F. **Geografia socioambiental.** Terra Livre. São Paulo. n. 16 p. 139-158 1º semestre/2001

NUNES, L. S. **Dinâmica costeira entre as praias de Areia Preta e do Forte, Natal/RN.** 2011. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.



## **SOBRE OS AUTORES**

### **Vinnícius Vale Dionízio França**

Doutorando em Geografia pelo Programa de Pós Graduação em Geografia da UFPR. Mestre em Ciências Ambientais pelo IFRN - Instituto Federal do Rio Grande do Norte. Especialista em Gestão Ambiental também pelo IFRN e Graduado em Geografia (Bacharelado) pela UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Membro discente do Laboratório de Climatologia (LABOCLIMA/UFPR). Pesquisador do Grupo de Pesquisa Dinâmicas Ambientais, Riscos e Ordenamento do Território - GEORISCO da UFRN. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Geografia física, atuando principalmente nos seguintes temas: Geoprocessamento, Geomorfologia, Riscos, Vulnerabilidade, Desastres, Climatologia e Planejamento ambiental. Tem experiência em Consultoria Ambiental, Licenciamento Ambiental, Aplicação de Questionários Socioeconômicos e coleta de dados com GPS Geodésico e ARP's (Drones).

### **Jhonathan Lima de Souza**

Doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Mestre em Geografia Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, integra o Grupo de Pesquisa Dinâmicas Ambientais, Riscos e Ordenamento do Território - GEORISCO da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, compõe o Núcleo Interdisciplinar de Pesquisas sobre Desastres - NUPED da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atuou como membro do Grupo de Pesquisadores Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - CAATINGUEIROS, foi membro do Grupo de Estudos Geoambientais do Departamento de Geografia da UFRN, atuou como membro colaborador do Setor de Produção Audiovisual da Agência de Comunicação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, atuou como coordenador de projetos da startup Safe Drinking Water For All no estado do Rio Grande do Norte. Atuou como consultor junto ao gabinete da vereadora Divaneide Basílio na Câmara Municipal de Natal-RN. Da mesma forma, atuou como consultor no gabinete do vereador Girlene Edson na Câmara Municipal de Acari-RN. Atua como consultor junto ao gabinete da vereadora Rai Almeida na Câmara Municipal de Piracicaba-SP. Atualmente trabalho com indicadores de adaptação e resposta à seca no semiárido Norte-riograndense e riscos tecnológicos associados a pontes rodo-ferroviárias, bem como com levantamento

de cenários de rupturas de barragens de concreto no semiárido nordestino, além disso tem atuado com questões de risco e vulnerabilidade voltadas a geografia da saúde, nos temas de suicídios e pandemias como a do Sars-Cov-2.

### **Andreza dos Santos Louzeiro**

Pós-Doutorado em Andamento no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Maranhão (PPGeo-UEMA); Doutora em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGe-UFRN); Mestre em geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGe-UFRN) Graduada em Geografia (Bacharelado e Licenciatura) pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Docente do curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão, Pesquisadora associada do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais - NEPA/UFMA e do Grupo de Pesquisa em Dinâmicas Ambientais, Risco e Ordenamento do Território - GEORISCO. Tem experiência na área de Geografia Física, com ênfase em Indicadores de Riscos de Desastres, Indicadores Socioambientais, Vulnerabilidades, Redução de Risco de Desastres, Mapeamento e Modelagem de Riscos de Desastres, Análise Geoambiental, Problemática Ambiental Urbana, Planejamento Ambiental e Territorial.

### **Marysol Dantas de Medeiros**

Graduação em Geografia (Bacharelado-2011) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, na condição de bolsista do Programa de Educação Tutorial (PETGEO - 2009/2011). Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2014), na área Dinâmica e Reestruturação do Território e com linha de pesquisa intitulada Evolução e Dinâmica Geoambiental - Desastres, riscos e vulnerabilidades socioambientais. Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, na área Dinâmica Territorial e Ambiental. Licenciatura em Geografia na Universidade Federal do Ceará (2020.1). Atua nos grupos de pesquisa GEORISCO - Dinâmicas ambientais, riscos e ordenamento do território, vinculado ao Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte; como também no Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos pertencente ao Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará. Pós-doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA-UFC). Atualmente é professora efetiva de Geografia da Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC-CE).

## **Yuri Marques Macedo**

Técnico em Geologia e Mineração (IFRN), licenciado em Geografia e especialista em Geoprocessamento e Cartografia Digital pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre e Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da UFRN (PPGE/UFRN). Realizou em 2022, estágio de pós-doutorado no Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT) da Universidade de Coimbra (UCoimbra), Portugal. Atualmente é docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) e desenvolve pesquisas com análises geoambientais, risco e ordenamento territorial, com ênfase em: I) Avaliação de risco de desastres; II) Risco de desabastecimento hídrico; III) Vulnerabilidade socioambiental; IV) Geoprocessamento e modelagem ambiental. É vice-líder do Grupo de Pesquisa em Análise Ambiental, Modelagem e Geoinformação (PAMGEIA).

# GEOTECNOLOGIA APLICADA NO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA

Nos últimos anos, houve um aumento significativo nos estudos voltados para compreensão e mitigação dos riscos naturais, com foco na Redução do Risco de Desastres (RRD) para proteger populações e minimizar danos materiais. Fatores ambientais como topografia e clima desempenham papel crucial, especialmente diante das mudanças climáticas e eventos extremos como deslizamentos e inundações. O livro adentra a realidade da comunidade São José do Jacó em Natal, Rio Grande do Norte, gerando níveis de exposição ao risco de movimento de massa e oferecendo dados sobre riscos e vulnerabilidade ambiental. Utilizando recursos tecnológicos como drones e SIG, o estudo analisa fatores influenciadores de exposição ao risco. Espera-se que este livro inspire ações concretas para um futuro mais seguro e resiliente.

RFB Editora  
CNPJ: 39.242.488/0001-07  
91985661194  
[www.rfbeditora.com](http://www.rfbeditora.com)  
[adm@rfbeditora.com](mailto:adm@rfbeditora.com)  
Tv. Quintino Bocaiúva, 2301, Sala 713, Batista Campos,  
Belém - PA, CEP: 66045-315

