

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

GEOVANNA KARLA DA SILVA SIMÕES

GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

JOÃO PESSOA

2023

GEOVANNA KARLA DA SILVA SIMÕES

GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa-PB, como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Lopes Soares

JOÃO PESSOA

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S593g Simões, Geovanna Karla da Silva.

Gestão de risco de movimento de massa na cidade de João Pessoa-PB / Geovanna Karla da Silva Simões. - João Pessoa, 2023.

120 f. : il.

Orientação: Fábio Lopes Soares.

TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Gestão de risco. 2. Movimento de massa. 3. Estratégias de prevenção e mitigação. I. Soares, Fábio Lopes. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

GEOVANNA KARLA DA SILVA SIMÕES

**GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA NA CIDADE DE JOÃO
PESSOA-PB**

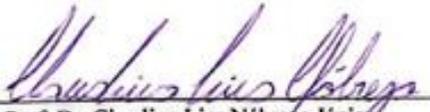
Trabalho de Conclusão do Curso em 16/06/2023 perante a seguinte Comissão Julgadora:


Prof. Dr. Fábio Lopes Soares (orientador)
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA


Prof. Dr.ª Aline Flávia Nunes Remigio Antunes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA


Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA

Prof. Dr. Pablo Brilhantes de Souza
Matrícula Siape: 143214
Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Este trabalho é dedicado a todos os que buscam aumentar seus conhecimentos na área de Gestão de Risco de Movimento de Massas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me mantido na trilha certa durante este projeto de pesquisa com saúde e forças para chegar até o final.

Aos meus pais, Jonas e Betânia, e ao meu irmão, Jonathas, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

A Arthur Vinícius, por todo o apoio durante o período do projeto.

Agradeço ao meu orientador, Fábio Lopes Soares, por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa.

Aos professores, Aline Flávia Nunes Remigio Antunes e Claudino Lins Nóbrega, por terem separado uma parte de seu precioso tempo para participar da Banca Examinadora.

Também agradeço aos meus amigos, que sempre me ajudaram com sua vasta experiência durante a graduação.

A todos os meus professores do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba pela excelência da qualidade técnica de cada um.

À Defesa Civil de João Pessoa, que colaborou para realização dessa pesquisa.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização desse trabalho.

O planejamento não diz respeito a decisões futuras, mas às implicações futuras das decisões presentes.

Drucker (1962)

RESUMO

A expansão urbana em constante crescimento e a ocupação desorganizada de habitações em áreas próximas a encostas íngremes da cidade de João Pessoa-PB, acarreta modificações nessas áreas, o que pode intensificar a incidência de movimentos de massa e resultar em prejuízos materiais e perdas humanas. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar a Gestão de Risco de Movimento de Massas na cidade de João Pessoa-PB, buscando compreender os desafios enfrentados e as estratégias adotadas para prevenção e mitigação dos riscos associados a esse fenômeno. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma revisão bibliográfica aprofundada sobre o tema, buscando embasar teoricamente a análise do caso específico da cidade. Além disso, foram coletados dados da Defesa Civil de João Pessoa e outros órgãos responsáveis pela gestão de risco. Ademais, a análise dos dados e a avaliação *in loco* permitiram identificar os fatores que influenciam os movimentos de massa na região e, dessa forma, aplicar estratégias de gestão para os bairros mais suscetíveis a esse tipo de evento. Os resultados obtidos revelaram a importância da integração entre diferentes instituições, como universidade e Defesa Civil. Com base nessas conclusões, são apresentadas recomendações para aprimorar a gestão de risco de movimento de massas na cidade, visando a garantir a segurança e o bem-estar da população. Espera-se que este estudo contribua para o fortalecimento das políticas públicas e a adoção de medidas efetivas para reduzir os impactos dos movimentos de massa em João Pessoa-PB.

Palavras-chave: Gestão de risco; Movimento de massa; Estratégias de prevenção e mitigação.

ABSTRACT

The constant growth of urban expansion and the disorganized occupation of dwellings in areas near steep slopes in the city of João Pessoa-PB lead to modifications in these areas, which can intensify the occurrence of mass movements and result in material losses and human casualties. In this sense, the present study aims to analyze the Landslide Risk Management in the city of João Pessoa, state of Paraíba, Brazil, seeking to understand the challenges faced and the strategies adopted for the prevention and mitigation of risks associated with this phenomenon. To achieve this objective, an in-depth literature review was conducted on the subject, aiming to provide theoretical support for the analysis of the specific case of the city. In addition, data were collected from the Civil Defense of João Pessoa and other agencies responsible for risk management. Furthermore, data analysis and on-site evaluation allowed for the identification of factors influencing mass movements in the region and the application of management strategies for the neighborhoods most susceptible to this type of event. The obtained results revealed the importance of integration between different institutions. Based on these conclusions, recommendations are presented to enhance landslide risk management in the city, aiming to ensure the safety and well-being of the population. It is expected that this study will contribute to strengthening public policies and the adoption of effective measures to reduce the impacts of mass movements in João Pessoa, Paraíba, Brazil.

Keywords: Risk management; Mass movement; Prevention and mitigation strategies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipologia dos riscos ambientais	17
Figura 2 - Relação entre Risco, Ameaça e Vulnerabilidade.....	18
Figura 3 - Progressão da Vulnerabilidade	20
Figura 4 - Esquema do movimento de massa tipo queda.....	22
Figura 5 - Esquema do movimento de massa do tipo tombamento.....	22
Figura 6 - Esquema do movimento de massa do tipo rolamento	23
Figura 7 - Esquema do movimento de massa do tipo escorregamento rotacional	24
Figura 8 - Deslizamento Planar.....	24
Figura 9 - Deslizamento em Cunha.....	25
Figura 10 - Esquema do movimento de massa do tipo corrida	25
Figura 11 - Exemplo do lançamento e concentração de águas pluviais e de águas servidas	26
Figura 12 - Plantas que não devem ter nas encostas	27
Figura 13 - Influência da disposição espacial das camadas do solo na suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa	29
Figura 14 - Influência da forma do relevo das encostas na suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa	30
Figura 15 - As três mais frequentes intervenções geradoras de situações de risco em terrenos de alta declividade	30
Figura 16 - Disposição do lote e da edificação no terreno	31
Figura 17 - Corte na barreira para ampliação da casa	31
Figura 18 - Lançamento de águas servidas e esgotos.....	32
Figura 19 - Lançamento de lixo nas encostas.....	33
Figura 20 - Ciclo de atuação da Defesa Civil.....	35
Figura 21 - Variáveis a considerar no mapeamento e avaliação de riscos	37
Figura 22 - Carta de risco a movimentos gravitacionais de massa do bairro de Trincadeiras-JP/PB	39
Figura 23 - Muro de contenção	40
Figura 24 - Fluxograma de ações do Cemaden	45
Figura 25 - Níveis de preparação e alerta adotados pelo Sistema de Monitoramento do Cemaden	46
Figura 26 - Vista aérea do desastre de 2008 na Região dos Baús	51
Figura 27 - Mapa Participativo de Risco da Região dos Baús	52
Figura 28 - Exemplo de página do Guia de Ocupação dos Morros - Programa Viva o Morro.....	53
Figura 29 - Deslizamento de massa em Recife-PE em maio de 2022.....	54
Figura 30 - Deslizamento de terra em São Sebastião-SP	55
Figura 31 - Mapa de risco de São Sebastião-SP.....	55
Figura 32 - Mapa de Risco de Escorregamento no Município de São Sebastião.....	56
Figura 33 – Ficha de vistoria.....	56
Figura 34 – Mapa de localização do município de João Pessoa-PB	61
Figura 35 – Sub-bacias Miriri, Alhandra e Olinda da Bacia Pernambuco-Paraíba.....	63
Figura 36 – Mapa geológico de João Pessoa.....	64
Figura 37 – Classificação dos solos de João Pessoa-PB	65
Figura 38 – Normal Climatológica João Pessoa 1991-2020	66
Figura 39 – Região de João Pessoa-PB com áreas de risco localizadas nos bairros Varadouro, Roger, Trincadeiras, Tambiá, Madacaru e São José.....	69
Figura 40 – Região de João Pessoa-PB com áreas de risco localizadas nos bairros Alto do Mateus,Varjão, Castelo Branco e Miramar	69
Figura 41 – Região de João Pessoa-PB com áreas de risco localizadas nos bairros João Paulo II, Funcionários, Valentina e Paratbe.....	70
Figura 42 – Casas danificadas por movimentos de massas passados no bairro São José	70

Figura 43 – Encosta íngreme com histórico de deslizamento no bairro do Roger	71
Figura 44 – Lançamento de lixo na face do talude do bairro do Roger	71
Figura 45 – Casa de alvenaria sobre crista de talude de corte verticalizado no bairro de Mangabeira .	71
Figura 46 – Pequenos sinais erosivos e árvores inclinadas no bairro de Mangabeira.....	72
Figura 47 – Mapa de espacialização de deslizamentos, em João Pessoa, entre 1983 e 2016	75
Figura 48 – Mapa de localização do bairro São José	76
Figura 49 – Mapa de Localização do bairro do Roger	76
Figura 50 – Mapa de Localização do bairro do Alto do Mateus	77
Figura 51 – Trinca no talude do bairro São José.....	78
Figura 52 – Evolução da trinca no talude do bairro São José	78
Figura 53 – Presença de árvores de grande porte na região da trinca	78
Figura 54 – Cicatriz de deslizamento no bairro São José.....	79
Figura 55 – Encosta do bairro Alto do Mateus em processo de erosão	79
Figura 56 – Descarte de lixo no talude do bairro do Alto do Mateus	79
Figura 57 – Trinca no talude do bairro do Roger em 2021	80
Figura 58 – Trinca no talude do bairro do Roger em 2022	80
Figura 59 – Esquema elaborado para a compreensão da situação.....	80
Figura 60 – Água minando do talude do Roger	81
Figura 61 – Vista do bairro São José através de sobrevoo de drone	82
Figura 62 – Região de potencial deslizamento vista através do sobrevoo de drone	82
Figura 63 – Pés de bananeira e lançamento de lixo no talude do bairro Alto do Mateus	83
Figura 64 – Casa em risco na proximidade do Talude no bairro do Roger.....	83
Figura 65 – Casa construída de modo irregular no talude.....	83
Figura 66 – Casa em situação de risco do bairro das Trincheiras	85
Figura 67 – As oito comunidades incluídas no programa João Pessoa Sustentável	85
Figura 68 – Instrumentação para o acompanhamento da movimentação de terra no talude do São José	86
Figura 69 – Exemplo de alerta enviado por e-mail de forma automática	87
Figura 70 – Mapa de Risco do Bairro do Alto do Mateus	91
Figura 71 – Mapa de Risco do bairro São José.....	91
Figura 72 – Mapa de Risco do Bairro do Roger.....	92
Figura 73 - Fissura com 2 cm ainda sem deslocamento visível	92
Figura 74 - Menu inicial do programa computacional "Alerta de Deslizamentos".....	93
Figura 75 – Educação Ambiental no bairro do Roger.....	94
Figura 76 – Educação Ambiental no bairro do Roger.....	94
Figura 77 - Educação Ambiental no bairro do Alto do Mateus	94
Figura 78 – Mapa de contingência do bairro São José.....	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Etapas para avaliação de riscos e seu mapeamento.....	36
Quadro 2 - Hierarquização dos riscos.....	38
Quadro 3 - Tipologia de Intervenções	41
Quadro 4 - Gestão de riscos e desastres: da abordagem funcional para a perspectiva sistêmica baseada em processos	48
Quadro 5 - Encostas da cidade de João Pessoa-PB	67
Quadro 6 – Classificação dos riscos	104
Quadro 7 – Legislação Federal incidente sobre áreas de morros	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros e pesos.....	59
Tabela 2 – Escala de classificação de riscos.....	59
Tabela 3 - Evolução da população de João Pessoa 1920-1980	62
Tabela 4 – Unidades geológicas em Km ² e % do município de João Pessoa	624
Tabela 5 – Percentual dos fatores que influenciam na movimentação de massa mediante a ação antrópica	73
Tabela 6 - Número de eventos de deslizamentos, por bairro, ocorridos em João Pessoa-PB entre 1983 e 2016	73
Tabela 7 - Parâmetros e pesos	103
Tabela 8 - Escala de classificação de risco.....	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEPED/UFSC	Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
GRD	Gestão de Riscos de Desastres
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
P&DC	Proteção e Defesa Civil
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, estabelecida pela Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012 (publicada no Diário Oficial da União nº 70, de 11 de abril de 2012).
SEDEC	Secretaria Nacional de Defesa Civil
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
UNDRR	Escritório da ONU para Redução de Riscos de Desastres (United Nations Office for Disaster Risk Reduction)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	TEMA E DELIMITAÇÃO.....	12
1.2	PROBLEMA DA PESQUISA	13
1.3	JUSTIFICATIVA	13
1.4	OBJETIVOS.....	15
1.4.1	Objetivo Geral.....	15
1.4.2	Objetivos Específicos	15
1.5	METODOLOGIA.....	16
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	CONCEITOS E DEFINIÇÕES RELACIONADOS À GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA	17
2.1.1	Risco	17
2.1.2	Ameaça (Suscetibilidade)	19
2.1.3	Vulnerabilidade.....	19
2.2	TIPOS DE MOVIMENTOS DE MASSA E SUAS CARACTERÍSTICAS	20
2.2.1	Quedas, tombamentos e rolamentos	21
2.2.2	Deslizamentos	23
2.2.3	Corridas de massa.....	25
2.3	FATORES QUE INFLUENCIAM OS MOVIMENTOS DE MASSA	26
2.3.1	Infiltração de água no solo	26
2.3.2	Vegetação.....	27
2.3.3	Fatores geomorfológicos.....	28
2.3.3.1	<i>Litologia.....</i>	28
2.3.3.2	<i>Textura.....</i>	28
2.3.3.3	<i>Estrutura.....</i>	28
2.3.3.4	<i>Pré-adensamento</i>	29
2.3.4	Fatores Morfológicos	29
2.3.5	Ação antrópica	30
2.3.5.1	<i>Execução de cortes e aterros para a acomodação de moradias.....</i>	30
2.3.5.2	<i>Vazamento nas tubulações de abastecimento e esgotamento.....</i>	32
2.3.5.3	<i>Lançamento de águas servidas e/ou esgotos.....</i>	32
2.3.5.4	<i>Construção de fossas sépticas</i>	32

2.3.5.5 Lançamento irregular de lixo e/ou entulhos.....	33
2.3.5.6 Alteração na vegetação	33
2.3.5.7 Densidade populacional	34
2.4 GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA E SUAS ESTRATÉGIAS	34
2.4.1 Prevenção e Mitigação.....	35
2.4.1.1 Avaliação e Mapeamento de Riscos	36
2.4.1.2 Medidas de Redução de Riscos de Desastres	39
2.4.2 Preparação.....	43
2.4.2.1 Previsão, Monitoramento e Emissão de Avisos e Alertas	44
2.4.2.2 Medidas de Preparação para Resposta.....	46
3 GOVERNANÇA E PARTICIPAÇÃO SOCIAL E GESTÃO E REDUÇÃO DE RISCOS E DE DESASTRES.....	48
3.1 EXEMPLOS DE ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA NO BRASIL	50
3.1.1 Região dos Baús, Ilhota – SC	50
3.1.2 Experiência Intermunicipal de Redução de Risco e Desastres - RRD na Região Metropolitana de Recife.....	52
3.1.3 Caso Recife-PE.....	53
3.1.4 Caso de São Sebastião - SP	54
4 METODOLOGIA.....	57
4.1 COLETA DE DADOS	57
4.2 AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE E VULNERABILIDADE	58
4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS DE MOVIMENTO DE MASSA.....	58
4.4 ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA.....	60
5 CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE JOÃO PESSOA - PB	61
5.1 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB.....	61
5.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA CIDADE	63
5.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	65
5.4 CARACTERIZAÇÃO DAS CHUVAS DA CIDADE	66
5.5 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA....	67
5.5.1 Avaliação do histórico de eventos passados.....	73
5.5.2 Análise da suscetibilidade	77
5.5.3 Análise da Vulnerabilidade.....	81
5.6 GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB	84

5.6.1 Principais estratégias de prevenção e mitigação na gestão de risco de deslizamento de massa adotadas na região	84
5.6.2 Principais estratégias de preparação na gestão de risco de movimento de massa adotadas na região	86
<i>5.6.2.1 Tecnologias utilizadas para o monitoramento geotécnico e previsão de deslizamentos de massa na cidade.....</i>	<i>86</i>
<i>5.6.2.2 Iniciativas de educação e conscientização da população sobre os riscos de deslizamentos de massa na cidade</i>	<i>88</i>
<i>5.6.2.3 Plano de Contingência para gestão de riscos de deslizamentos de massa na cidade .</i>	<i>88</i>
6 RESULTADOS	90
6.1 ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO.....	90
6.2 ESTRATÉGIAS DE PREPARAÇÃO	93
7 LIMITAÇÕES E BARREIRAS	96
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
REFERÊNCIAS	99
APÊNDICE A – MÉTODO DE CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS DE DESLIZAMENTOS DE MASSA.....	103
APÊNDICE B – MAPA DE CONTINGÊNCIA DO BAIRRO SÃO JOSÉ.....	105
APÊNDICE C – PLANO DE GESTÃO DE RISCO PARA A CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB	106
ANEXO A – FICHA DE AVALIAÇÃO.....	112
ANEXO B – MAPA DE RISCO DO BAIRRO SÃO JOSÉ.....	114
ANEXO C – MAPA DE RISCO DO BAIRRO ALTO DO MATEUS	115
ANEXO D – MAPA DE RISCO DO BAIRRO ROGER.....	116
ANEXO E – JOGO DA MEMÓRIA	117
ANEXO F – CARTILHA EDUCATIVA	118
ANEXO G – CARTA DE RISCO DE SÃO SEBASTIÃO-SP	1189
ANEXO H – LEGISLAÇÃO FEDERAL INCIDENTE SOBRE ÁREAS DE MOROS	118

1 INTRODUÇÃO

A gestão de risco de movimento de massa é um tema de grande relevância no âmbito social, econômico e ambiental, especialmente em regiões onde a ocorrência de deslizamentos de terra e outros movimentos de massa podem representar riscos significativos para a população e para o patrimônio material. A cidade de João Pessoa, capital da Paraíba, está incluída no cadastro do Governo Federal como uma área propensa a deslizamentos de massa, o que torna a população local vulnerável, especialmente durante períodos de chuva, uma vez que a água é um dos principais agentes deflagradores de deslizamentos de barreiras.

Dados da Coordenadoria Municipal de Proteção da Defesa Civil de João Pessoa (COMPDEC-JP) relatam que existem, atualmente, 27 zonas de risco associadas a escorregamento de encostas na cidade. Dessa forma, com a crescente urbanização da cidade e ocupação desordenada de moradias em áreas próximas a taludes, o estudo e a implementação de medidas preventivas e mitigadoras se tornam cada vez mais essenciais para garantir a segurança das populações afetadas.

Neste sentido, prezar pela qualidade de vida e segurança da população são elementos importantes tanto no aspecto social quanto no ambiental e econômico para a administração pública. Afinal, alguns fatores como chuvas intensas, desmatamento, infiltração e ações antrópicas — substituindo as vegetações naturais por moradias precárias — estão diretamente ligados às consequências do número de acidentes ocasionados pelos deslizamentos de massa.

Desse modo, gerenciar riscos de movimento de massa é parte obrigatória de um sistema de gestão municipal que busca a melhoria contínua da segurança dos moradores de regiões de risco e, conseqüentemente, a diminuição dos acidentes decorrentes desse fenômeno natural por ações antrópicas.

1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO

Este estudo tem como tema a Gestão de Risco de Movimento de Massas na cidade de João Pessoa. A delimitação geográfica se concentra especificamente nessa cidade, localizada no estado da Paraíba, Brasil. O estudo abordará os diversos aspectos relacionados à gestão de risco nessa área, como a identificação e o mapeamento de áreas suscetíveis a movimentos de massa, bem como as medidas de prevenção, mitigação e preparação adotadas pelas autoridades locais, além de sugestões de estratégias de gestão de risco. Serão considerados os registros históricos de ocorrências passadas, com o intuito de compreender a evolução dos riscos ao

longo do tempo. O foco central da pesquisa será analisar as políticas públicas e as ações de gestão de risco em relação a movimentos de massa, considerando o contexto geográfico, socioeconômico e ambiental da cidade. A partir dessa delimitação, o estudo objetiva contribuir para a compreensão e o aprimoramento das práticas de gestão de risco de movimento de massa em João Pessoa, a fim de promover a segurança e a resiliência da população frente a esse tipo de fenômeno.

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Nos últimos anos, o crescimento de moradias nas proximidades de taludes da cidade, resultado da vulnerabilidade social em que a população se encontra, tem colocado os moradores desses locais em risco de perda de vida e material. A gestão de risco de movimento de massa centraliza o gerenciamento de todos os fatores – social, ambiental e econômico, devendo-se estabelecer um plano de ação para minimizar as problemáticas identificadas no inventário de riscos. Neste sentido, o problema de pesquisa aqui colocado é: de que forma a gestão de risco de movimentos de massas pode contribuir para evitar desastres na cidade de João Pessoa-PB?

1.3 JUSTIFICATIVA

De forma a considerar o atual cenário sobre gestão de risco de movimento de massas em áreas urbanas, o interesse em realizar este estudo surgiu mediante à observação do cenário de crescimento desenfreado de moradias, de baixa qualidade construtiva, em taludes, ou próximas a eles, através de visitas técnicas realizadas pelo Projeto de Extensão “Mapeamento de Risco e Educação Ambiental”, da Universidade Federal da Paraíba e do estágio na Defesa Civil de João Pessoa-PB. Os problemas relacionados a essa temática estão ligados aos desastres naturais, uma vez que os movimentos de massa, como deslizamentos e quedas de fragmentos de rochas, podem ter consequências devastadoras para as comunidades próximas e para o meio ambiente. Dessa forma, os problemas relacionados à gestão de risco de movimentos de massa vão desde trincas e rachaduras nas residências no topo, ao longo ou no pé do talude até desabamento de residências e perdas de vidas.

Conforme os dados apresentados no Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED UFSC, 2013), ao longo do período de 1991 a 2012, oficialmente foram registradas no Brasil um total de 38.996 ocorrências de desastres naturais. Entre os diversos tipos de desastres analisados, constatou-se um significativo aumento na quantidade de ocorrências de movimentos de massa, totalizando 699 registros durante o longo do período analisado. É importante salientar

que apenas 4% desses registros são da década de 1990, enquanto os outros 96% ocorreram a partir da década de 2000.

Isso se torna ainda mais grave ao saber que, de acordo com os dados do Censo Demográfico de 2010, houve um aumento significativo no percentual da população urbana no Brasil ao longo das últimas décadas. Em 1960, esse percentual era de 45%, indicando que menos da metade da população vivia em áreas urbanas. No entanto, em 2010, esse número saltou para 84%, evidenciando um crescimento expressivo da população nas cidades.

Conforme mencionado por Pacheco e Azeredo (2019), o aumento da população urbana aconteceu sem o devido acompanhamento do desenvolvimento adequado de infraestruturas e serviços para atender a essa crescente demanda. Além disso, em muitos casos, o planejamento das cidades não priorizou o uso eficiente e sustentável do território urbano. Isso significa que houve um descompasso entre o crescimento populacional e a capacidade das cidades de oferecer condições adequadas de moradia, mobilidade, saneamento básico e outros serviços essenciais. Essa falta de priorização pode ter consequências negativas, como a falta de acesso a recursos e a perpetuação de desigualdades socioespaciais.

Com o número de deslizamento de massa aumentando significativamente nos últimos anos, de acordo com Ramos et al (2022), e, somado a isso, o crescimento populacional, a gestão de risco em áreas urbanas suscetíveis a esse evento torna-se uma questão cada vez mais urgente e relevante para a sociedade e para os órgãos públicos, como a Coordenadoria Municipal de Proteção da Defesa Civil, garantindo a qualidade e preservação de vida das pessoas residentes nesses locais e evitando gastos públicos desnecessários com remediações.

A Conferência Mundial sobre Redução de Desastres, realizada em Kobe, Japão, no ano de 2005, resultou na criação do Marco de Ação de Hyogo, o qual estabeleceu cinco ações prioritárias para a redução de desastres, com um período de implementação de 2005 a 2015, assinado por 168 países (CARVALHO, 2018). Posteriormente, durante a Terceira Conferência Mundial da ONU para a Redução de Riscos de Desastres, sediada em Sendai, Japão, em 2015, foram estabelecidos a Declaração de Sendai e o Marco para a Redução de Risco de Desastres 2015-2030 (ONU BRASIL, 2015).

O Marco de Sendai apresenta sete metas a serem alcançadas ao longo de um período de 15 anos e identifica quatro prioridades de ação, que envolvem a compreensão dos riscos de desastres, o fortalecimento das ações governamentais para a gestão do risco de desastres, o investimento na redução do risco de desastres e a preparação para uma resposta efetiva, além da recuperação, reabilitação e reconstrução das áreas afetadas (CRED/UNISDR, 2016).

De acordo com informações do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), por meio do Plano de Ação João Pessoa Sustentável elaborado em 2014, os custos estimados para a reconstrução de infraestruturas e centros sociais em áreas com alta suscetibilidade a deslizamentos na cidade de João Pessoa totalizam R\$ 2.513.240,00. No que se refere às estruturas, incluindo residências, edifícios comerciais e industriais expostos à alta suscetibilidade, o valor estimado é de aproximadamente R\$ 90.000,00. Para áreas com suscetibilidade média, o custo estimado é de cerca de R\$ 1.1 bilhão. Esses dados demonstram a necessidade de gerir os riscos de movimento de massas para evitar gastos excessivos com remediações.

Nesse sentido, o presente trabalho se justifica pela importância de compreender e abordar medidas relacionadas à gestão dos riscos decorrentes de eventos de movimento de massa na cidade de João Pessoa-PB, oferecendo uma contribuição para a pesquisa e investigação científica nesse campo pouco explorado na cidade, mas de relevância para a Engenharia e Gestão Pública. Diante desse contexto, ao identificar as lacunas e deficiências na gestão de risco de movimento de massa em João Pessoa, a pesquisa pode fornecer subsídios para o aprimoramento das políticas públicas, diretrizes e práticas adotadas na cidade.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é analisar de que forma a gestão de risco de movimentos de massas pode contribuir para evitar desastres na cidade de João Pessoa-PB.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar as áreas de risco de deslizamento de massa juntamente com a avaliação da situação socioeconômica da região;
- Analisar o histórico de ocorrências de desastres na região;
- Promover noções de autoproteção à sociedade por meio de palestras de educação ambiental;
- Elaborar modelo de plano de contingência em formato de um mapa.
- Elaborar um Plano de Gestão de Risco de Movimento de Massa para a cidade de João Pessoa-PB.

1.5 METODOLOGIA

Em relação à natureza, o presente trabalho é identificado como uma pesquisa aplicada, onde são analisados qualitativamente os principais dados que contribuem para gestão de risco de movimento de massas na cidade de João Pessoa – PB, com o objetivo de identificar quais fatores deverão estar presentes para a gestão de risco de movimento de massas nos taludes da região, bem como implementar medidas práticas para mitigar esses riscos, como instrumentação de monitoramento de movimentação de massa, campanhas educativas para a população em situação de vulnerabilidade, mapas de risco e planos de gestão e contingência.

Do ponto de vista dos objetivos, caracteriza-se como exploratória, com coleta de dados sobre o histórico de ocorrência de desastres na cidade, levantamento bibliográfico em legislações, normas, artigos, publicações, além de estudo de caso.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo contempla a parte introdutória, bem como a justificativa do tema, o objetivo geral e os objetivos específicos.

O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre o movimento de massa e os fatores que os desencadeiam, bem como sobre gestão de risco e exemplos de regiões nas quais ela foi aplicada.

O terceiro capítulo é dedicado à metodologia, em que será abordado a caracterização da cidade de João Pessoa-PB e as áreas vulneráveis à movimentação de massa, incluindo a análise do histórico da ocorrência de deslizamentos na cidade por meio de documentos públicos. Além disso, consta-se as identificações de suscetibilidade e vulnerabilidade e a implementação de estratégias de gestão.

O quarto capítulo aborda os resultados das estratégias adotadas para a gestão de risco de movimento de massa na cidade em estudo.

No quinto capítulo aborda as limitações e barreiras para o desenvolvimento do estudo.

Finalmente, o quinto capítulo apresenta uma análise crítica das estratégias de gestão de risco de movimento de massa e apresentando sugestões para o aprimoramento dessas estratégias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

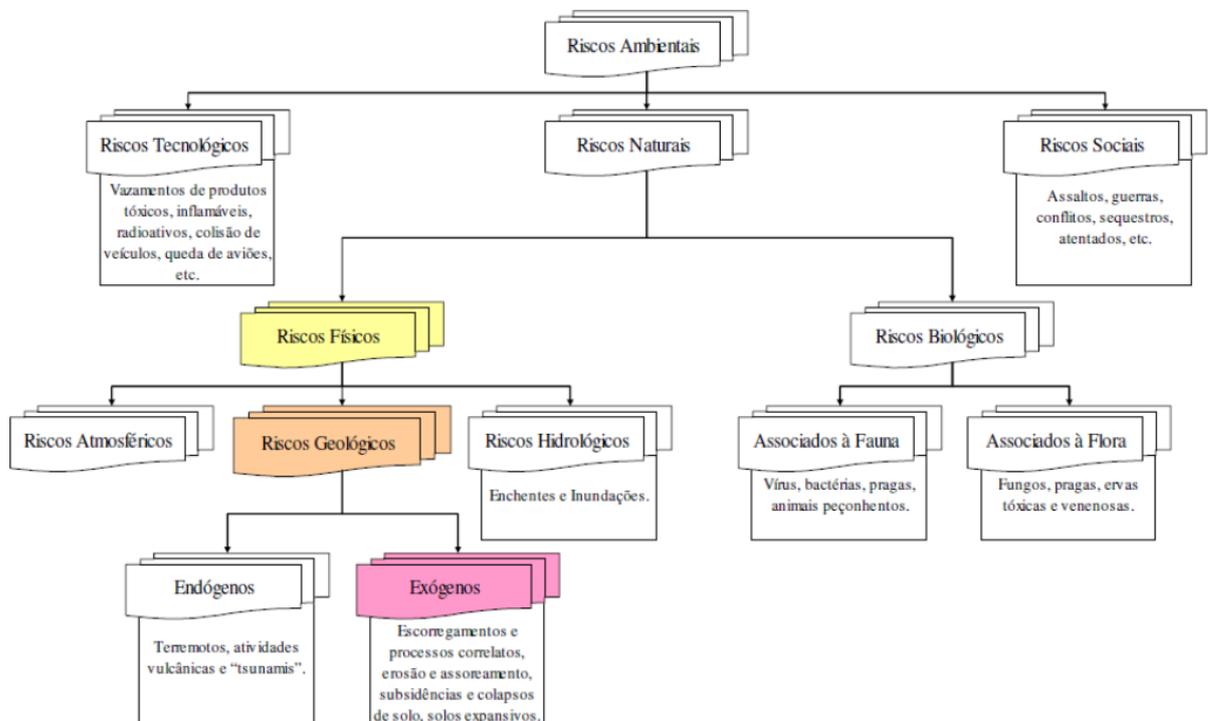
Para subsidiar as argumentações deste trabalho, este capítulo de revisão teórica tem como proposta apresentar conceitos, definições, legislações e exemplos que possam ser relevantes no gerenciamento de risco de movimento de massa, a fim de proporcionar uma compreensão ampla e clara do tema.

2.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES RELACIONADOS À GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA

2.1.1 Risco

Existem diversos tipos e diversas categorias de risco. No entanto, Cerri e Amaral (1998) utilizam-se da classificação com base em situações de perda potencial e danos ao ser humano, a partir dos riscos ambientais e de suas classes e subclasses, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Tipologia dos riscos ambientais



Fonte: Cerri e Amaral (1998); Oliveira (2009).

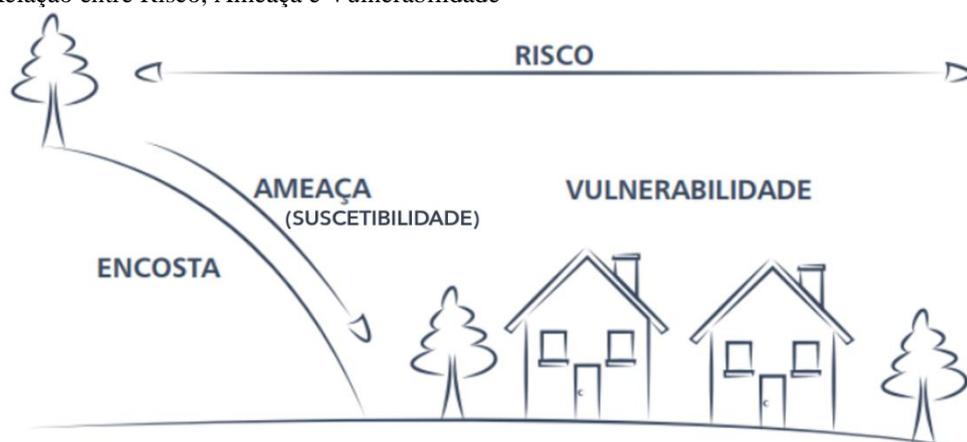
No que se trata a respeito da gestão de risco de movimentação de massas, o risco geológico em áreas urbanas tem sido objeto de estudo por vários autores. Alheiros (2011) explica que o risco é a combinação de dois fatores: suscetibilidade, ou seja, a condição favorável

para a ocorrência do processo geológico em si — geologia, hidrologia, morfologia e o clima — e vulnerabilidade, que se refere às alterações antrópicas, ou seja, a fragilidade das pessoas, das habitações e da infraestrutura no local que pode ser afetado.

Segundo Veyret (2007), o risco é a percepção de uma ameaça ou perigo por aqueles que estão sujeitos a ele. Já para Furtado (2014), é uma condição potencial para a ocorrência de um processo adverso, seja natural seja induzido pela atividade humana, que, ao atingir um sistema vulnerável, pode causar danos humanos, ambientais e materiais, além de prejuízos econômicos e sociais. Portanto, o conceito de risco geológico envolve a interação entre os processos naturais e as atividades humanas. Considerando que a movimentação de massa pode causar desastres, Casarim (2021) enfatiza que é fundamental que a gestão de riscos de desastres seja embasada na compreensão do conceito de "risco", cujo conceito está relacionado ao potencial de um evento catastrófico com consequências adversas, que podem envolver danos sociais, econômicos e/ou ecológicos.

Na Figura 2, fica explícito que, segundo a visão de Casarim (2021), o conceito de risco envolve a ameaça, que, no caso, pode ser um movimento de massa em uma encosta ou talude, somada à vulnerabilidade, que se refere à construção de casas próximas ao local afetado. O risco, portanto, é o potencial de o deslizamento de terra atingir as casas e causar danos humanos, materiais e ambientais, como ferimentos e/ou mortes, destruição das residências, queda de árvores e impactos no meio ambiente. Esses danos podem gerar prejuízos em termos econômicos, ambientais e humanos.

Figura 2 - Relação entre Risco, Ameaça e Vulnerabilidade



Fonte: Adaptado pelo autor, Souza (2018, p. 17 apud Casarim, 2021, p. 48)

Em suma, o risco é uma combinação da ameaça (susceptibilidade) e vulnerabilidade, que pode ter consequências graves e afetar diferentes aspectos da vida humana e ambiental. Nesse sentido, a compreensão do conceito de risco é essencial para identificar, avaliar e gerenciar

possíveis ameaças e minimizar os impactos negativos decorrentes de eventos adversos, incluindo os deslizamentos de terra.

2.1.2 Ameaça (Suscetibilidade)

De acordo com Henrique (2014), a ameaça está relacionada à incerteza e à previsibilidade limitada de um perigo. Refere-se à probabilidade de ocorrência de um perigo específico em um determinado intervalo de tempo. A ameaça envolve a análise das condições que podem gerar um evento perigoso, levando em consideração fatores como a probabilidade de ocorrência e a intensidade do perigo.

No contexto do movimento de massa, a ameaça refere-se a fatores ou condições que podem desencadear ou contribuir para a ocorrência desses eventos indesejados. Chuvas intensas, erosão costeira, declividade acentuada, desmatamento e alterações no uso do solo e influência humana são exemplos comuns de ameaças associadas ao movimento de massa.

A precipitação intensa pode saturar o solo e levar a deslizamentos de encostas, enquanto a ação das ondas e correntes marítimas pode causar erosão costeira e desmoronamentos. Terrenos íngremes, desmatamento e mudanças no uso do solo podem aumentar a suscetibilidade a movimentos de massa. Além disso, atividades humanas inadequadas, como construções mal planejadas e disposição inadequada de resíduos sólidos, também contribuem para essas ameaças.

2.1.3 Vulnerabilidade

Avaliar a vulnerabilidade em relação à ocorrência de deslizamentos é essencial, para isso é necessário analisar e entender as componentes de sensibilidade e capacidade adaptativa. A sensibilidade refere-se à suscetibilidade de uma área ou comunidade aos eventos de movimento de massa, levando em consideração fatores como características geológicas, topografia, condições climáticas e uso do solo. Por outro lado, a capacidade adaptativa está relacionada à habilidade de uma área ou comunidade em se adaptar e responder aos riscos, incluindo a disponibilidade de recursos, a infraestrutura existente, a capacidade de planejamento e resposta, bem como o nível de consciência e engajamento da população.

De acordo com Wisner et al. (2004), a progressão da vulnerabilidade diante das ameaças é influenciada por diferentes escalas, tempos e espaços. O processo de vulnerabilização envolve três elementos principais: causas profundas, pressões dinâmicas e condições inseguras, *Figura*

3. Esses elementos interagem entre si e contribuem para aumentar a vulnerabilidade de determinada região ou comunidade.

Figura 3 - Progressão da Vulnerabilidade



Fonte: Ministério do Desenvolvimento Regional (20121), adaptado de Wisner et al. (2004)

No âmbito do processo de produção social da vulnerabilidade, o autor Wilches-Chaux (1993) introduziu o conceito de "vulnerabilidade global" para descrever a capacidade de um sistema humano em lidar com diferentes tipos de vulnerabilidades que podem amplificar a magnitude de um desastre. De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Regional (2021), essa perspectiva reconhece que a vulnerabilidade não é um fenômeno isolado, mas sim um conjunto de condições sociais, econômicas, ambientais e institucionais interconectadas.

Ao considerar a vulnerabilidade global, torna-se possível compreender os múltiplos fatores que contribuem para a exposição e a sensibilidade de uma comunidade ou região diante de ameaças e, assim, adotar abordagens integradas de redução de riscos e fortalecimento da resiliência.

2.2 TIPOS DE MOVIMENTOS DE MASSA E SUAS CARACTERÍSTICAS

Tominaga et al (2009) apud Cardoso (2016) define movimento de massa como “o movimento do solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade”, sendo os deslizamentos e as quedas de barreiras, os que mais causam danos humanos. Esse movimento pode ser ocasionado por diversos fatores, como chuvas intensas, desmatamento ou

ações antrópicas. A movimentação pode ocorrer de maneira lenta ou rápida, e pode ser categorizado em diferentes tipos.

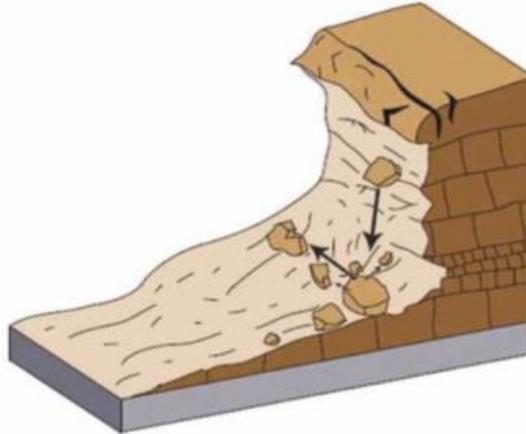
A ocorrência de movimentos de massa pode causar sérios danos à infraestrutura, ao meio ambiente e à segurança das pessoas, sendo de extrema importância o monitoramento e a prevenção desses eventos. Segundo Casarim (2021), até o ano de 2012, a Secretaria Nacional de Defesa Civi (SEDEC) utilizava a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (CODAR) como sistema de classificação de desastres. No entanto, a partir de 2012, a SEDEC adotou a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), que apresenta uma categorização com 82 tipos de desastres, divididos em categorias de eventos naturais e eventos tecnológicos.

A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), proporciona uma visão mais abrangente e atualizada dos desastres ocorridos no Brasil, permitindo melhor compreensão e análise desses eventos. Nesse sentido, a COBRADE divide o fenômeno de movimentação de massa em quatro grupos, sendo os principais: Quedas, tombamentos e rolamentos, deslizamentos, e corridas de massas.

2.2.1 Quedas, tombamentos e rolamentos

O movimento de massa por queda é um tipo de deslocamento de solo que ocorre quando há uma ruptura da estrutura do terreno e uma porção de solo, rochas e outros materiais se deslocam por meio da gravidade. Esse tipo de evento é caracterizado pelo deslocamento de solos instáveis em encostas com elevada inclinação, que se movem em queda livre ou em plano inclinado, conforme apresenta a Figura 4. A instabilidade do solo pode ser causada por diversos fatores, como a erosão, a infiltração de água, entre outros. Além disso, os movimentos de massa por queda são marcados por altas velocidades e podem percorrer grandes distâncias.

Figura 4 - Esquema do movimento de massa tipo queda

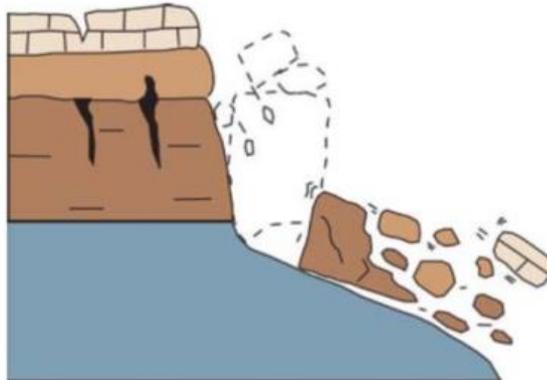


Fonte: Highland e Bobrowsky (2008)

Quanto ao material envolvido, podem ocorrer quedas de blocos rochosos (“*rock falls*”), detritos ou solos grosseiros (“*debris falls*”) e solos finos (“*earth falls*”). Hutchinson (1988) categoriza as quedas em primárias ou secundárias. Quedas primárias ocorrem quando há o desprendimento de solos, detritos e rochas do material de origem. Já quedas secundárias ocorrem quando há queda de matacões e massas já destacadas e depositadas nas encostas.

Já os tombamentos, segundo a COBRADE, são um movimento de solo ou rocha que ocorre quando blocos giram em torno de um ponto abaixo do centro de gravidade, em um perfil de terreno vertical, conforme a Figura 5.

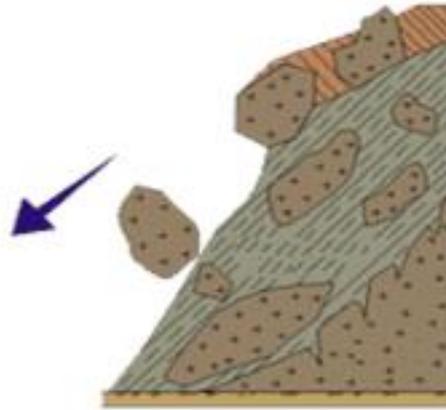
Figura 5 - Esquema do movimento de massa do tipo tombamento



Fonte: Highland e Bobrowsky (2008).

Os rolamentos, por sua vez, de acordo com o COBRADE, são a movimentação de blocos de rochas, geralmente devido ao descalçamento (perda de apoio), ao longo da encosta, conforme Figura 6.

Figura 6 - Esquema do movimento de massa do tipo rolamento



Fonte: Infanti Jr. & Fornasari Filho, 1998

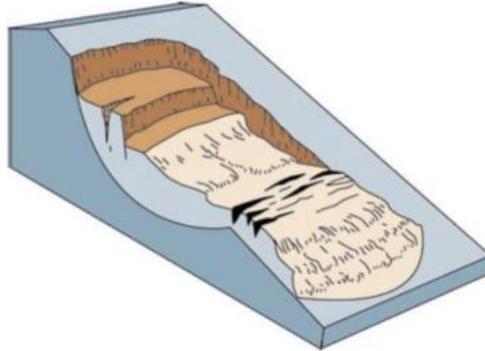
2.2.2 Deslizamentos

Deslizamentos ou escorregamentos, de acordo com o COBRADE, são caracterizados por movimentos rápidos de solo ou rocha, em que uma superfície de ruptura claramente visível se forma. Esses eventos têm uma duração relativamente curta e envolvem massas de terreno que são distintas em termos de volume, com o centro de gravidade deslocando-se para baixo e para fora do talude. Geralmente, os primeiros indícios desses movimentos são evidenciados pela presença de fissuras.

Apesar de a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres não fazer distinção entre os tipos de deslizamentos/escorregamentos, esse tipo de movimento de massa pode ser classificado de acordo com a sua geometria e o tipo de material envolvido. Existem três categorias principais: os escorregamentos rotacionais ou circulares, os escorregamentos translacionais ou planares e os escorregamentos em cunha.

Highland e Bobrowski (2008) caracterizam o escorregamento rotacional por apresentar superfícies de deslizamento com curvaturas côncavas, assemelhando-se a uma colher, e movimentos que ocorrem de forma aproximadamente rotacional, paralelos ao talude. Sua velocidade de deslocamento varia de extremamente lenta a moderadamente rápida ou rápida, sendo mais comum em materiais homogêneos, aterros, depósitos mais espessos e rochas sedimentares ou cristalinas com intensa fraturação. Essa forma de escorregamento é ilustrada na Figura 7.

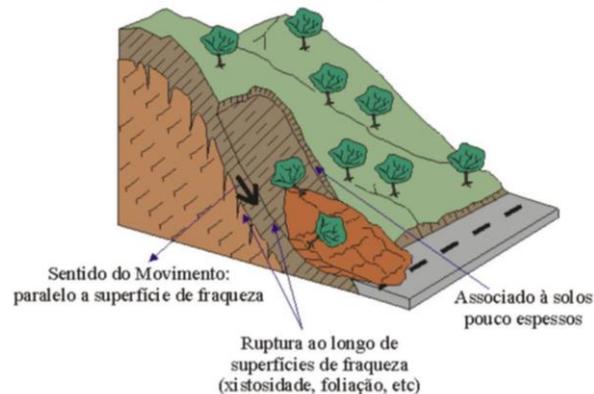
Figura 7 - Esquema do movimento de massa do tipo escorregamento rotacional



Fonte: Highland e Bobrowsky (2008)

Em relação ao deslizamento translacional, Highland e Bobrowski (2008) citam que ocorre ao longo de descontinuidades geológicas (junções, superfícies, falhas e estratificações) e, em termos de velocidade de deslocamento, tendem a ser mais lentos a moderados. Tominaga et al. (2015) mencionam que são caracterizados pela presença de uma superfície de ruptura plana e superficial, geralmente com profundidades entre 0,5 e 5,0 metros, podendo ter extensões maiores em comprimento se comparado ao escorregamento rotacional. Esses eventos ocorrem ao longo de descontinuidades geológicas, como falhas, junções, superfícies e estratificações, ou nos pontos de contato entre rocha e solo. A Figura 8 ilustra esse tipo de escorregamento em um talude.

Figura 8 - Deslizamento Planar

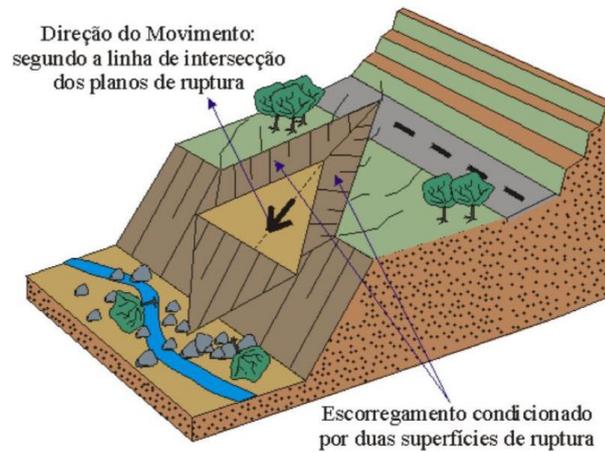


Fonte: Infanti Jr. e Fornasari Filho, 2013

Ademais, Tominaga et al. (2015) citam que o deslizamento em cunha, Figura 9, é marcado pela presença de estruturas planas que comprometem a estabilidade de maciços rochosos. Esse tipo de movimento é frequentemente observado em taludes de corte ou encostas que sofreram algum tipo de desbloqueio, seja de forma natural seja causada pela atividade

humana. Essas estruturas planas atuam como superfícies de ruptura e podem resultar em deslizamentos significativos.

Figura 9 - Deslizamento em Cunha

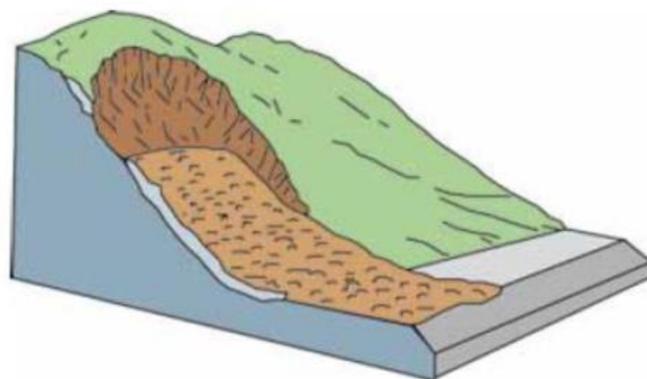


Fonte: Cruden e Varnes, 199, apud Cavalcante, 2017

2.2.3 Corridas de massa

De acordo com Tominaga et al. (2015, p. 33), as corridas ocorrem devido à perda de atrito interno, resultante da destruição da estrutura do solo ou rocha, especialmente em situações com excesso de água presente. A Figura 10 ilustra esquematicamente esse tipo de movimento de massa.

Figura 10 - Esquema do movimento de massa do tipo corrida



Fonte: Highland e Bobrowsky (2008)

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM OS MOVIMENTOS DE MASSA

2.3.1 Infiltração de água no solo

De acordo com Lynn e Peter (2008), os movimentos de massa ocorrem principalmente durante períodos de grande intensidade pluviométrica, o que coloca em risco a população que vive em áreas de risco. Como Lima (2002) aponta, há uma relação direta entre a quantidade de chuva acumulada e o aumento de deslizamentos, já que a água eleva a saturação do solo e provoca erosões na base dos taludes, diminuindo a coesão e o ângulo de atrito, acarretando a queda da resistência. Além disso, dependendo das características geológicas e topográficas do local, pode ocorrer o desencadeamento de deslizamentos, aumentando ainda mais o risco para os moradores que vivem em situação de vulnerabilidade.

A correlação entre precipitação acumulada e deslizamentos de terra tem sido extensivamente estudada por vários autores ao longo dos anos. Pesquisadores, por meio de relações empíricas, probabilísticas ou físico-matemáticas, objetivam prever eventos futuros e evitar novos desastres baseando suas análises em histórico de precipitação (PASSOS, 2018).

A drenagem deficiente faz com que as águas pluviais se infiltrem por fissuras no solo, diminuindo a resistência, causando a ruptura do maciço e desencadeando processos erosivos. No caso de lançamento de águas servidas, a ausência ou falta de esgotamento sanitário proporciona a contínua infiltração no solo, saturando-o e ocasionando a possível ruptura de cortes e aterros (SILVA, 2016), como pode ser visto na Figura 11.

Figura 11 - Exemplo do lançamento e concentração de águas pluviais e de águas servidas



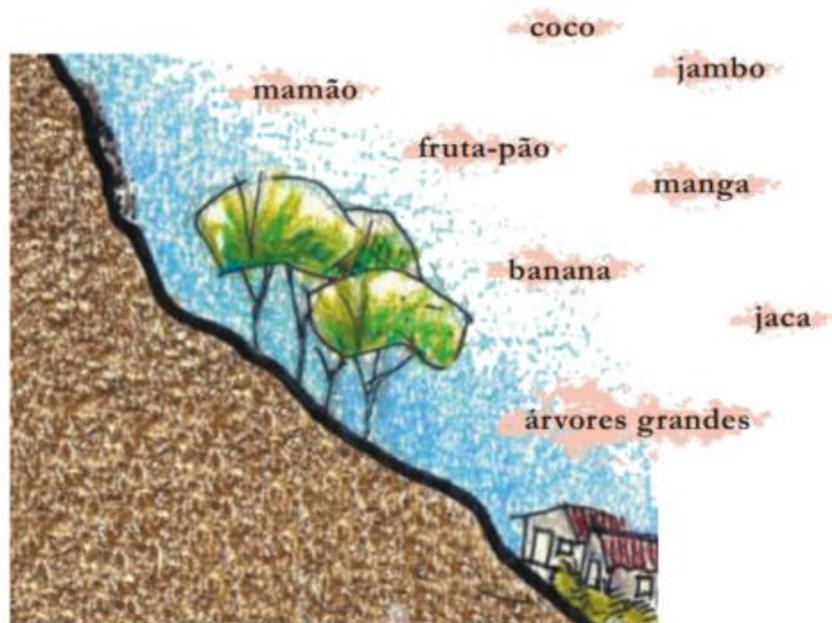
Fonte: SILVA (2016), modificado de IPT (1991)

2.3.2 Vegetação

No caso de árvores de grande porte, o efeito mecânico principal é o de alavanca, como resultado da ação da gravidade, combinado à ação dos ventos mais fortes. Árvore de grande porte (coqueiros, mangueiras, jambeiros, entre outras) em encosta de alta declividade deve ser erradicada, podendo ser substituída por outras de pequeno e médio porte, como pitangueiras, aceroleiras e goiabeiras, mais compatíveis com as condições topográficas do lugar. Os patamares mais extensos e estáveis suportam, sem problemas, as árvores frutíferas de grande porte, comuns nos morros. Árvores inclinadas, mesmo que ligeiramente, podem ser um sinal de movimentação da encosta, devendo ser mediamente erradicadas, a fim de reduzir as trações sobre a massa de solo. Quando começam a sofrer inclinação (os coqueiros mostram bem esse problema) formam-se curvaturas no tronco, pela tendência a retomar a posição vertical.

No entanto, segundo Alheiros et al (2003), para árvores de grande porte, existe a desvantagem do efeito de alavanca, que é devido à ação da gravidade aliada à ação de ventos fortes. Essa vegetação no topo de encostas íngremes (coqueiro, mangueira, jambeiro, etc.), Figura 12, principalmente no primeiro terço, deve ser arrancada e pode ser substituída por árvores de pequeno e médio porte, como pitangueira, acerola, goiabeira, etc e gramíneas. Dessa forma, mesmo árvores levemente inclinadas podem ser um indício de movimento de massa e devem ser retiradas imediatamente para reduzir a tração do solo.

Figura 12 - Plantas que não devem ter nas encostas



Fonte: Fundação de Desenvolvimento Municipal-PE, 2003.

Ademais, o mesmo autor chama atenção para as bananeiras, uma vez que são comuns nas paisagens dos morros, mas que têm um efeito muito negativo quando plantadas. As raízes das bananeiras, que não exercem função estrutural no talude, aproveitam-se da porosidade do solo para acumular grandes volumes de água necessários para o seu desenvolvimento, fazendo com que o solo da região fique saturado e, conseqüentemente, mais propenso a deslizamentos.

2.3.3 Fatores geomorfológicos

Fatores geomorfológicos se relacionam com as propriedades do material no qual o processo é realizado. Ou seja, os terrenos serão mais ou menos propensos a determinados fenômenos de deslizamentos ou erosão de acordo com as suas propriedades litológicas, textura, estrutura e pré-adensamento.

2.3.3.1 Litologia

De acordo com Bezerra (2019 apud Oliveira, 2020), os aspectos litológicos se referem ao comportamento físico e químico dos materiais que compõem o talude, o que influencia diretamente na resistência ao cisalhamento, permeabilidade e suscetibilidade desses materiais ao intemperismo. Tais aspectos são essenciais para entender a dinâmica do talude e as possíveis causas de deslizamentos, já que podem indicar a estabilidade do solo e sua capacidade de resistir a forças externas.

2.3.3.2 Textura

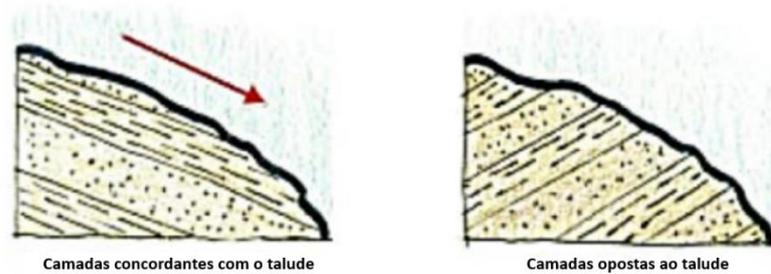
Segundo Alheiros et al (2003), o aspecto da textura que mais torna suscetível ao movimento da massa é a granulometria. Materiais arenosos são mais propensos a processos erosivos do que escorregamentos, devido à alta porosidade e à permeabilidade. Já os materiais argilosos são praticamente impermeáveis, tornando-os mais propensos a deslizamentos de terra e mais resistente à ocorrência de processos de erosão.

2.3.3.3 Estrutura

As estruturas podem ser representadas pelo arranjo de estratos (horizontais, inclinados e até verticais), estratificação de várias origens, fraturas e falhas geológicas. Estruturas com

camadas inclinadas podem determinar diferentes suscetibilidades, em relação ao maciço e à inclinação. Deslizamentos de terra são mais favoráveis se a inclinação estiver na direção da inclinação dos estratos e são menos desfavoráveis quando a posição da inclinação está na direção oposta ao mergulho da camada de solo, conforme a Figura 13.

Figura 13 - Influência da disposição espacial das camadas do solo na suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa



Fonte: Alheiros e Medeiros, 2003.

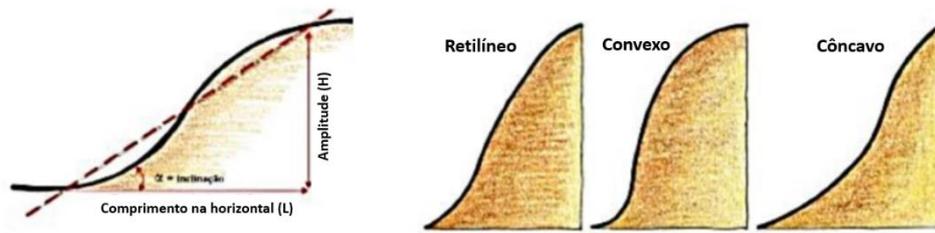
2.3.3.4 Pré-adensamento

Outro aspecto geológico relacionado com suscetibilidade de movimento de massa é o pré-adensamento do solo do talude. Segundo Alheiros et al. (2003), o pré-adensamento de solos eleva o coeficiente de atrito, no qual acarreta o aumento da resistência ao cisalhamento, proporcionando maior grau de compactação e conseqüente elevação do fator de segurança da encosta.

2.3.4 Fatores Morfológicos

Os fatores morfológicos estão relacionados com a forma em que talude apresenta. Para Alheiros et al (2003), a suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos está relacionada ao quão alta e extensa é a encosta e as suas características, como a baixa sinuosidade, o perfil côncavo e a alta declividade, Figura 14. Em contrapartida, Bezerra (2019) enfatiza a necessidade de estudos complementares para a verificação da segurança da encosta.

Figura 14 - Influência da forma do relevo das encostas na suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa

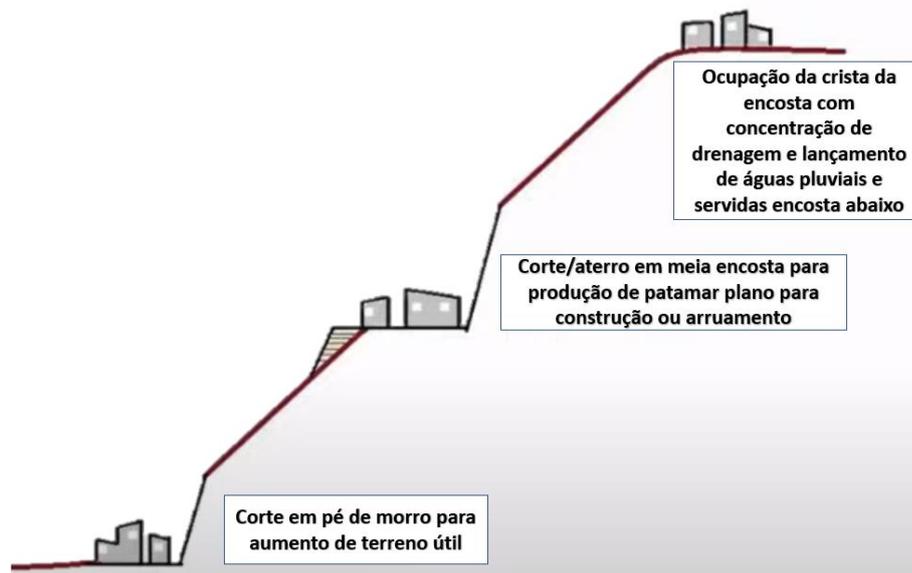


Fonte: Alheiros e Medeiros, 2003.

2.3.5 Ação antrópica

Os fatores antrópicos estão fortemente relacionados à composição do risco, devido ao fato de corresponderem às atividades humanas e à forma como a população interage com o ambiente em que vive, Figura 15. De acordo com Oliveira (2021), essa interação ocorre de diversas formas, como a execução de corte e aterro para a acomodação de moradias, escape nas tubulações de abastecimento e esgotamento, lançamento de águas servidas e/ou esgotos, construção de fossas sépticas, lançamento irregular de lixo e/ou entulhos, além de alteração na vegetação, os quais são fatores de suscetibilidade e, somado a isso, a densidade populacional, vista como um fator de vulnerabilidade.

Figura 15 - As três mais frequentes intervenções geradoras de situações de risco em terrenos de alta declividade



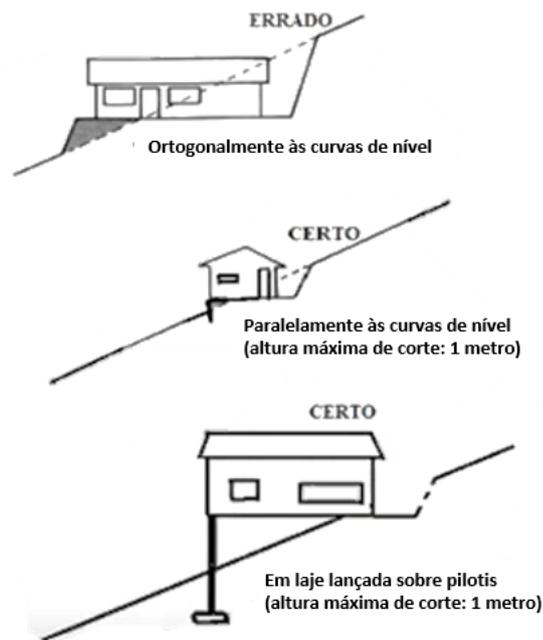
Fonte: Adaptado pelo autor, Santos (2012)

2.3.5.1 Execução de cortes e aterros para a acomodação de moradias

As mudanças no relevo natural provocadas pela ocupação humana, tais como cortes e aterros, são fortes indutores de deslizamentos e erosões e, conforme destacado por Alheiros et

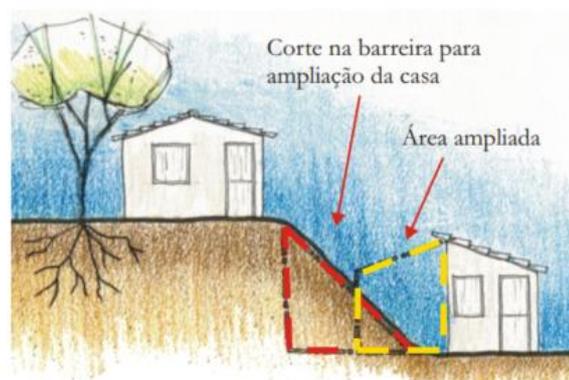
al. (2003), a execução desordenada dessas práticas em encostas de áreas de risco pode levar a alterações nas condições naturais de estabilidade do solo, de acordo com a Figura 16. Além disso, a quantidade de moradias presentes nessas áreas está diretamente relacionada ao volume de cortes e aterros realizados, o que pode contribuir para a verticalização dos taludes e aumentar significativamente o grau de risco envolvido, Figura 17.

Figura 16 - Disposição do lote e da edificação no terreno



Fonte: Santos, 2012.

Figura 17 - Corte na barreira para ampliação da casa



Fonte: Alheiros, 2003

Por conseguinte, quanto maior o número de moradias, maior será a probabilidade de verticalização dos taludes e, conseqüentemente, maior será o grau de risco associado às áreas de ocupação irregular.

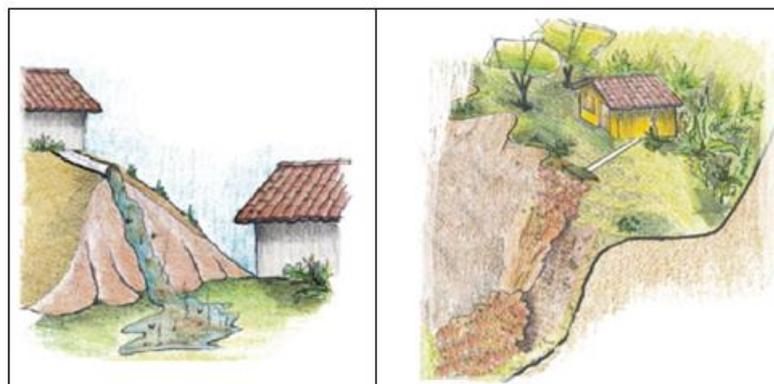
2.3.5.2 Vazamento nas tubulações de abastecimento e esgotamento

A ocorrência de escapes em tubulações de água e esgoto pode afetar negativamente a estabilidade do solo em encostas, uma vez que promovem a saturação do solo e diminuem a coesão do material, contribuindo para o desencadeamento de movimentos de massa.

2.3.5.3 Lançamento de águas servidas e/ou esgotos

A disposição inadequada de águas servidas e o seu lançamento diretamente sobre o solo do talude é um fator que pode aumentar o risco de acidentes por movimento de massa nas encostas. Conforme Tominaga et al. (2015, p. 27), a água tem um papel significativo no desencadeamento de movimentos de massa, já que pode reduzir a resistência dos materiais das encostas e induzir um comportamento plástico e fluido do solo. Ademais, Oliveira (2021) acrescenta que, dependendo da cota de lançamento, a energia de aplicação da água sobre o solo pode acarretar o aparecimento de sulcos e o arrastamento de partículas, Figura 18.

Figura 18 - Lançamento de águas servidas e esgotos



Fonte: Alheiros (2003), adaptada pelo autor.

Por outro lado, Alheiros et al. (2003) reforça a importância de infraestrutura sanitária, como a presença de biqueiras, canaletas e outros condutos de água superficial, que pode reduzir o risco de acidentes nessas áreas de risco, e, conseqüentemente, tornar a ocupação da encosta mais segura.

2.3.5.4 Construção de fossas sépticas

Segundo Alheiros et al. (2003), as fossas absorventes, ou sumidouros, funcionam como pontos de concentração de água, o que pode favorecer a saturação do solo e, conseqüentemente,

aumentar o risco de deslizamentos nas áreas circunvizinhas. Dessa forma, quanto mais próximas, e em maior quantidade, estiverem essas estruturas, maior será o risco de deslizamentos nas regiões próximas.

2.3.5.5 *Lançamento irregular de lixo e/ou entulhos*

O acúmulo de lixo e de entulhos nas encostas acarreta sobrecarga nos taludes, o que, segundo Oliveira (2021), pode agravar-se com a presença das chuvas, devido ao aumento do peso do material acumulado, e levar à movimentação desses resíduos na encosta e ao carreamento de parte do solo, Figura 19.

Figura 19 - Lançamento de lixo nas encostas



Fonte: Alheiros, 2003

De acordo com Alheiros (2003), conforme a quantidade de lixo aumenta, o risco de ocorrência de deslizamentos associados a esses maciços artificiais também aumenta.

2.3.5.6 *Alteração na vegetação*

A alteração na vegetação natural do talude pode ocorrer tanto devido à remoção da cobertura vegetal original quanto ao plantio de árvores de grande porte e/ou bananeiras. Como supracitado do tópico 2.3.2, a vegetação contribui para a estabilidade da encosta. Afinal, quando existe a remoção da vegetação, o solo do talude se torna mais propenso ao impacto da chuva, ou até mesmo ao lançamento de águas servidas sobre ele, acarretando o aumento da saturação do solo e da suscetibilidade ao deslizamento de massa.

2.3.5.7 *Densidade populacional*

Alheiros (2003) trata a densidade populacional tanto como um fator de suscetibilidade quanto como um fator de vulnerabilidade. Suscetibilidade, porque a densidade populacional acarreta invasões de áreas de risco de deslizamento de massa e adoção de terraplenagem generalizada, construindo residências nos topos sem tratamento das áreas, agravando a instabilidade das encostas. E vulnerabilidade, porque, quanto maior a densidade populacional nessas áreas, maior a vulnerabilidade da população residente, visto que expressa as possíveis perdas ou danos materiais e imateriais.

2.4 GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA E SUAS ESTRATÉGIAS

A gestão de riscos de desastres, principalmente os decorrentes da movimentação de massas, envolve a implementação de políticas e estratégias com o intuito de reduzir os riscos associados a desastres naturais ou causados pelo homem, de modo a mitigar os riscos existentes, prevenir a ocorrência de novos perigos e gerenciar os riscos residuais. De acordo com Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), a gestão do risco de desastres é essencial para aumentar a resiliência das sociedades e reduzir perdas e danos induzidos por desastres.

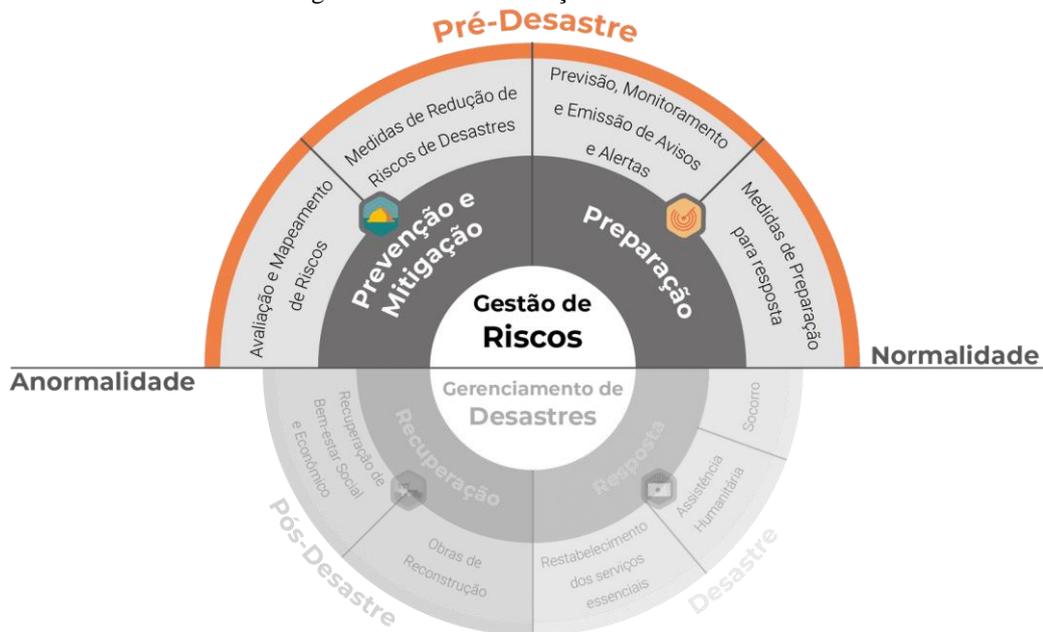
Ghesquiere et al (2012) conceituam a gestão de riscos como um processo de concepção, implementação e avaliação de estratégias, no qual se apodera das políticas e medidas para o melhoramento do entendimento dos riscos de desastres e se objetiva em possibilitar a redução, ou a transferência de riscos por meio de acordos de responsabilidade, e o melhoramento constante em ações de prontidão, mobilização, resposta e práticas de recuperação, em que visa aumentar a segurança, o bem-estar, a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável da população.

A PNPDEC (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil) objetiva consolidar as diretrizes orientadoras para ações de gestão de riscos de desastres, de modo que os diferentes níveis de governo (federal, estadual e municipal) atuem de forma articulada, estabelecendo canais de comunicação e integração. No entanto, é importante salientar que são nos municípios que os desastres ocorrem, portanto, a atuação efetiva dos órgãos municipais de proteção e defesa civil é essencial para garantir a redução dos riscos de desastres e a proteção da população.

De acordo com a publicação da PNPDEC, aprovada pela Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, e regulamentada pelo Decreto nº 10.593, de 24 de dezembro de 2020, compreende-se

três etapas, distintas e interrelacionadas, para a Gestão de Riscos de Desastres: a prevenção, a mitigação e a preparação, as quais podem ser ilustradas na Figura 20.

Figura 20 - Ciclo de atuação da Defesa Civil



Fonte: Ceped/UFSC, 2021.

Ao contrário do gerenciamento de desastres, que é realizado em circunstâncias de anormalidade, ou seja, durante e após um desastre, a gestão de riscos abrange todas as atividades de proteção e defesa civil que acontecem no tempo de normalidade, no pré-desastre, ou seja, anteriormente ao acontecimento de um desastre de fato. Segundo Lopes (2017), a gestão de risco deve ser entendida como um processo que inclui todas as etapas de planejamento, coordenação e implementação de ações preventivas, mitigadoras e de preparação que estão em constante aprimoramento.

Conforme a PNPDEC, a gestão de risco de desastres segue as seguintes etapas:

2.4.1 Prevenção e Mitigação

A prevenção e mitigação compõem a primeira etapa da gestão de risco de desastres, a qual se divide em estratégias como as ações de avaliação e mapeamento de riscos, e as medidas de redução de riscos de desastres.

Prevenção e mitigação, a partir da Lei 12.608/2012, a qual estabelece a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, diferem-se devido à primeira evitar o risco de desastre, enquanto a segunda diminui o risco. Segundo Lino (2018), a prevenção tende a extinguir a chance de o

desastre ocorrer e a mitigação tende a diminuir esta possibilidade, bem como dos danos e prejuízos, pois nem sempre é viável prevenir todos os efeitos deletérios do desastre, mas é possível diminuí-los com medidas sobre a ameaça do evento adverso ou sobre a vulnerabilidade dos cenários.

2.4.1.1 Avaliação e Mapeamento de Riscos

As ações de avaliação e mapeamento de riscos, no conceito abrangente de gestão, são utilizadas para identificar e dimensionar quais são os riscos mais relevantes. No caso da gestão de risco de movimento de massas, a avaliação e o mapeamento identificam e dimensionam quais são os perigos mais relevantes em que uma comunidade está exposta, com o intuito de direcionar as prioridades para o estabelecimento de medidas de redução de riscos de desastres.

As ações de avaliação e mapeamento de riscos devem ser conduzidas de maneira sistemática e atualizadas com frequência sempre que ocorrerem mudanças significativas no ambiente. Além disso, de acordo com a Ceped/UFSC (2020), é importante destacar que a avaliação de riscos e seu mapeamento são atividades complexas que geralmente envolvem quatro etapas distintas: identificação de ameaças, análise dos fatores de risco, diagnóstico das capacidades, e estimativa/dimensionamento do risco e representação gráfica, presentes no Quadro 1.

Quadro 1- Etapas para avaliação de riscos e seu mapeamento

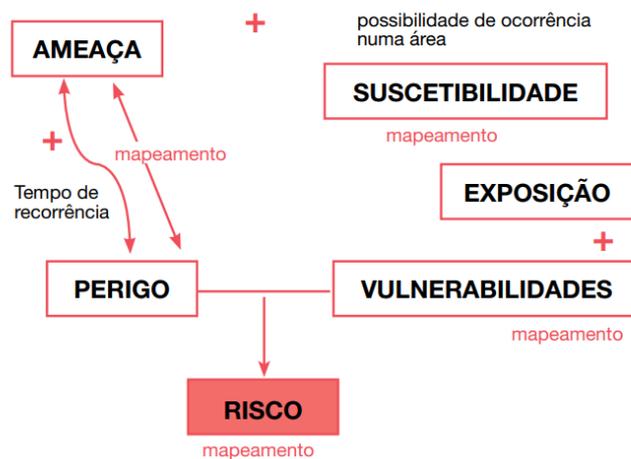
Etapas para avaliação de riscos e seu mapeamento	Definição
Identificação de ameaças	A identificação de ameaças (sejam elas de origem natural ou tecnológica) presentes em uma determinada área tem como objetivo definir quais riscos são mais importantes e precisam ser analisados com maior cuidado.
Análise dos fatores de risco	A análise dos fatores do risco busca compreender a natureza e a extensão do risco, através das análises de variáveis, como ameaça — localização, frequência, intensidade e probabilidade —, suscetibilidade, exposição e vulnerabilidades sociais, físicas, ambientais, econômicas e de saúde
Diagnóstico das capacidades	O diagnóstico das capacidades é responsável pela verificação da efetividade dos mecanismos de resposta e de resiliência existentes na área estudada, mediante o cenário de risco.

Etapas para avaliação de riscos e seu mapeamento	Definição
Estimativa ou dimensionamento do risco e representação gráfica	A estimativa ou dimensionamento do risco e representação gráfica estabelece níveis (ou classes) para o risco, como, por exemplo, alto, médio e baixo, com o intuito de definir ações prioritárias e, distinguir até que ponto ele aceitável ou não.

Fonte: Elaborado pelo autor, de acordo com Ceped/UFSC (2020).

Freitas (2017) considera as variáveis ameaça — localização, frequência, intensidade e probabilidade —, suscetibilidade, exposição e vulnerabilidades sociais, físicas, ambientais, econômicas e de saúde indispensáveis tanto para o mapeamento quanto para a avaliação dos riscos, como pode ser visto no esquema da Figura 21.

Figura 21 - Variáveis a considerar no mapeamento e avaliação de riscos



Fonte: Freitas , 2017.

De acordo com Cerri *et al.* (1996), adaptado por Sobreira e Sousa (2012), são utilizados três tipos de mapeamento para diferentes práticas de planejamento e ordenamento territorial: Carta de Suscetibilidade (CS), Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização (CGAU) e Carta de Risco (CR). Esses mapeamentos permitem uma análise mais detalhada das áreas de suscetibilidade, aptidão à urbanização e risco, fornecendo informações importantes para o planejamento urbano e a gestão de riscos.

Conforme o Ministério do Desenvolvimento Regional (2021), em um contexto de planejamento ideal para a gestão e redução de riscos e desastres, é essencial que o município possua os três tipos de levantamento cartográfico, afinal, por meio disso, é possível identificar áreas mais propensas a deslizamentos e a outros eventos geotécnicos, direcionando medidas preventivas e mitigatórias adequadas em cada escala territorial. No entanto, segundo dados do

Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2021) e Ministério do Desenvolvimento Regional (2021), no âmbito da gestão de risco de desastres, o mapeamento de risco é o tipo de carta mais utilizado nos municípios brasileiros, sendo a carta de suscetibilidade a segunda mais utilizada.

Em relação às cartas de suscetibilidade a processos geodinâmicos e hidrodinâmicos, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) desempenharam um papel fundamental na produção dessas cartas no Brasil. O CPRM foi responsável por gerar uma produção intensa de cartas de suscetibilidade para todo o país, enquanto o IPT concentrou seus esforços na elaboração para os estados de São Paulo e Santa Catarina (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2021)

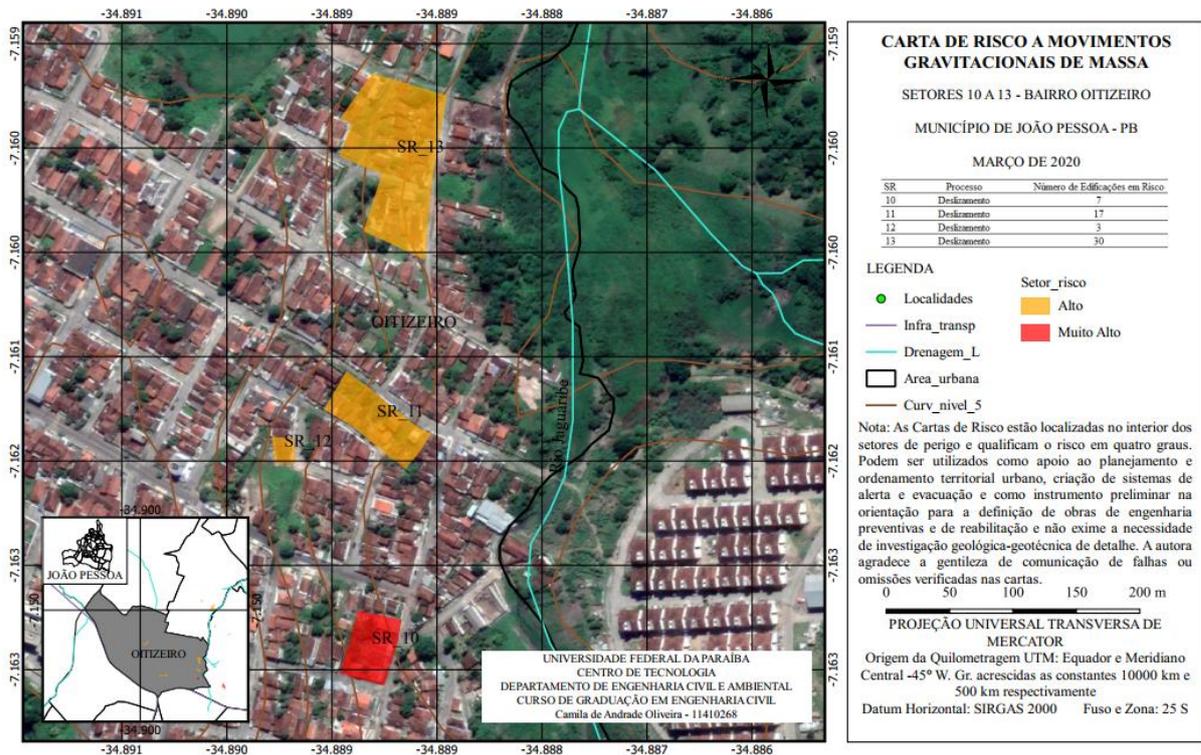
Uma metodologia de avaliação e mapeamento de risco muito conhecida é a do extinto Ministério das Cidades (2007), que propõe uma classificação das áreas de risco em setores, com base no grau de risco identificado, que pode variar entre baixo, médio, alto ou muito alto, como indicado no Quadro 2. A determinação do grau de risco de cada setor é realizada por meio da análise de fatores como a "Caracterização Geral da Localidade" e "Características Geológico-Geotécnicas", as quais estão relacionadas à região em que a comunidade se encontra, e "Fatores de Suscetibilidade" e "Fatores de Vulnerabilidade", que dizem respeito a cada setor em particular, sendo possível, dessa forma, não só avaliar, mas também mapear o risco de movimentação de massa nas encostas dos municípios, Figura 22.

Quadro 2 - Hierarquização dos riscos

Risco Muito Alto (R4)	Risco Alto (R3)	Risco Médio (R2)	Risco Baixo (R1)
Os condicionantes predisponentes e a falta de intervenção são de muito alta potencialidade para a ocorrência dos processos. As evidências de instabilidade são expressivas em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica. É muito provável a ocorrência de eventos destrutivos.	Os condicionantes predisponentes e a falta de intervenção são de alta potencialidade para a ocorrência dos processos. Observa-se a presença de significativas evidências de instabilidades. Processo de instabilização em pleno desenvolvimento. É possível a ocorrência de eventos destrutivos.	Os condicionantes predisponentes e a falta de intervenção são de alta potencialidade para a ocorrência dos processos. Observa-se a presença de significativas evidências de instabilidades. Processo de instabilização em pleno desenvolvimento. É possível a ocorrência de eventos destrutivos.	Os condicionantes predisponentes e a falta de intervenção são de baixa potencialidade para o desenvolvimento dos processos. Não se observa(m) evidência(s) de processos de instabilização de encostas. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos.

Fonte: Ministério das Cidades (2007)

Figura 22 - Carta de risco a movimentos gravitacionais de massa do bairro de Oitizeiro-JP/PB



Fonte: Oliveira, 2020.

2.4.1.2 Medidas de Redução de Riscos de Desastres

Posteriormente à avaliação e ao mapeamento de risco, as ações de medidas de redução de riscos de desastres objetivam a implementação de providências, no município ou bairro em estudo, consideradas de maior relevância e prioridade, sendo elas, medidas estruturais ou não estruturais.

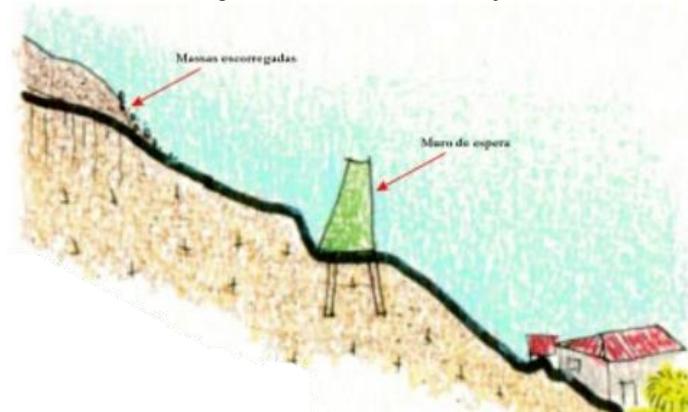
Ademais, é responsabilidade dos municípios a elaboração dos Planos Municipais de Redução de Risco (PMRR). Segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional (2021), esses planos têm como objetivo principal estabelecer diretrizes técnicas e gerenciais que permitam às prefeituras implementar intervenções estruturais e não estruturais para controlar, reduzir e eliminar situações de risco relacionadas a processos de instabilidade de encostas, como deslizamentos e eventos correlatos.

- Medidas Estruturais

As medidas estruturais visam a aumentar a segurança intrínseca das comunidades por meio de atividades de construção. Existem diversas opções técnicas de engenharia que podem reduzir os riscos geológicos de uma determinada área. Uma das técnicas amplamente utilizadas é a construção de obras de contenção de encostas, Figura 23. Entre essas obras que têm como

principal objetivo diminuir os riscos de deslizamentos, as mais comuns incluem retaludamentos, aterros e estruturas de arrimo (RODRIGUES, 2002 *apud* CARDOSO, 2016).

Figura 23 - Muro de contenção



Fonte: Alheiros et al, 2003.

De acordo com o CEPED/UFSC (2021), outras medidas estruturais que se destinam a reforçar a segurança da população residente em áreas de riscos são obras de drenagem, retenção de água, proteção da superfície do talude, além do reforço de infraestruturas dessas regiões de suscetibilidade, Quadro 3. No entanto, são ações estruturantes que envolvem a execução de projetos e obras de engenharia e, portanto, são consideradas atividades de alto custo em que se faz necessário o envolvimento de equipe técnica.

Quadro 3 - Tipologia de Intervenções

TIPO DE INTERVENÇÃO	DESCRIÇÃO
Serviços de limpeza e recuperação	-Serviços de limpeza de entulho, lixo etc. Recuperação e/ou limpeza de sistemas de drenagem, esgotos e acessos. Também incluem obras de limpeza de canais de drenagem. Correspondem a serviços manuais e/ou utilizando maquinário de pequeno porte.
Obras de drenagem superficial, proteção vegetal (gramíneas) e desmonte de blocos e matacões	-Implantação de sistema de drenagem superficial (canaletas, caixas de passagem, escadas d'água, etc.); -Implantação de proteção superficial vegetal (gramíneas) em taludes com solo exposto; -Eventual execução de acessos para pedestres (calçadas, escadarias, etc.) integrados ao sistema de drenagem; -Proteção vegetal de margens de canais de drenagem; -Desmonte de blocos rochosos e matacões. Predomínio de serviços manuais e/ou com maquinário de pequeno porte.
Obras de drenagem de subsuperfície	- Execução de sistema de drenagem de subsuperfície (trincheiras drenantes, DHP, poços de rebaixamento, etc.). Correspondem a serviços parcial ou totalmente mecanizados.
Estruturas de contenção localizadas ou lineares	- Implantação de estruturas de contenção localizadas, como chumbadores, tirantes, microestacas e muros de contenção passivos; de pequeno porte; -Obras de contenção e proteção de margens de canais (gabiões, muros de concreto, etc.). Correspondem a serviços parcial ou totalmente mecanizados.
Obras de terraplenagem de médio a grandes portes	-Execução de serviços de terraplenagem; -Execução combinada de obras de drenagem superficial e proteção vegetal (obras complementares aos serviços de terraplenagem). -Obras de desvio e canalização de córregos. Predomínio de serviços mecanizados.
Estruturas de contenção de médio a grandes portes	- Implantação de estruturas de contenção de médio a grande porte ($h > 5m$ e $l > 10m$), envolvendo obras de contenção passivas e ativas (muros de gravidade, cortinas, etc.). Poderão envolver serviços complementares de terraplenagem. Predomínio de serviços mecanizados.
Remoção de moradias	-As remoções poderão ser definitivas ou não (para implantação de uma obra, por exemplo). Priorizar eventuais relocações dentro da própria área ocupada, em local seguro.

Fonte: (Ministério das Cidades, 2007), adaptado pelo autor.

- Medidas Não Estruturais

As medidas não estruturais visam a reduzir os riscos e impactos potenciais de desastres, por meio da regularização do uso e ocupação do solo, zoneamento urbano e rural e uso racional

do espaço geográfico, implementação de leis de segurança e normas técnicas relacionadas à redução de risco de desastres, educação ambiental da população em vulnerabilidade, campanhas e distribuição de materiais de conscientização e de orientação, entre outras medidas similares (DEFESA CIVIL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2020). Além disso, o mapeamento de risco, apesar de ser integrante da etapa de avaliação do risco, interliga-se essencialmente como uma medida não estrutural.

O **mapeamento de risco** é uma das mais importantes medidas não estruturais de prevenção e mitigação. Para realizá-lo corretamente, temos que identificar, localizar espacialmente e avaliar os componentes do risco: perigo/ameaça e suscetibilidade, por um lado; e exposição e vulnerabilidade, por outro. (FREITAS, 2017, p. 29, grifo do autor).

Medidas não estruturais desempenham um papel fundamental na redução de riscos e desastres, complementando as abordagens estruturais. Essas medidas se concentram em ações de natureza preventiva e mitigadora, visando a reduzir a vulnerabilidade das comunidades e aumentar sua capacidade de lidar com os riscos.

De acordo com Henrique (2014), no manual "Gestão e mapeamento de riscos socioambientais: curso de capacitação" do Ministério das Cidades (2010), são mencionadas diversas medidas não estruturais que podem ser adotadas para a gestão de riscos socioambientais. Entre essas medidas, podemos destacar as seguintes:

i. Definir e implementar um modelo de gestão de risco que seja adequado aos problemas específicos enfrentados pelo município: envolve a identificação dos principais riscos, a análise de suas causas e consequências e a implementação de ações para reduzi-los ou mitigá-los.

ii. Fortalecer a Defesa Civil e o Controle Urbano Municipal, por meio da ampliação e capacitação dos quadros técnicos, da melhoria das condições de infraestrutura e do respaldo político da gestão municipal: permite que o município esteja preparado para responder de forma eficaz a situações de risco e desastres, e que tenha o controle adequado sobre o desenvolvimento urbano.

iii. Garantir o monitoramento permanente dos setores de risco alto e muito alto, e atualizar sistematicamente os cadastros das famílias que ocupam essas áreas: permite uma melhor compreensão da distribuição espacial dos riscos e a adoção de medidas preventivas ou de remoção quando necessário.

iv. Considerar a redução de risco nos Planos Diretores Municipais: implica em integrar a gestão de risco de movimento de massa na planificação e na regulamentação do uso e

ocupação do solo, de modo a evitar a ocupação de áreas de alto risco ou garantir a adoção de medidas de proteção adequadas.

v. Elaborar o Plano Municipal de Redução de Risco, ou um plano similar, para planejar as intervenções e obras necessárias: esse plano deve ser elaborado de forma participativa, envolvendo diferentes setores da sociedade, e deve estabelecer diretrizes claras para a redução e mitigação de riscos.

vi. Realizar ações de conscientização dos moradores sobre os problemas relacionados à área em que residem: inclui a divulgação de informações sobre os riscos, a promoção de práticas seguras e a orientação sobre medidas preventivas que os moradores podem adotar para minimizar sua exposição aos riscos.

2.4.2 Preparação

A preparação desempenha um papel fundamental no contexto da gestão de riscos de desastres (FURTADO et al., 2013). Seu principal objetivo é desenvolver as competências necessárias para administrar de maneira eficiente e eficaz uma variedade de situações emergenciais, promovendo uma transição ordenada desde a resposta até uma recuperação sustentável.

De acordo com Castro (1998, p. 133), as ações de preparação podem ser definidas como:

Conjunto de ações desenvolvidas pela comunidade e pelas instituições governamentais e não governamentais, para minimizar os efeitos dos desastres, através da difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos e da formação e capacitação de recursos humanos para garantir a minimização de riscos de desastres e a otimização das ações de resposta aos desastres e de reconstrução.

No âmbito das medidas de preparação, são adotadas ações não estruturais, as quais compreendem o uso do conhecimento, de práticas existentes e acordos para diminuir os riscos e seus efeitos, especialmente por meio de políticas e legislações, visando a aumentar a consciência pública por meio de treinamento e educação.

Além disso, a preparação inclui a implementação de sistemas de prevenção antecipada, os quais desempenham um papel crucial na redução dos perigos relacionados a desastres, como destacado por Furtado et al. (2013). Esses sistemas têm a finalidade de evitar perdas de vidas e reduzir os impactos econômicos e sociais resultantes dos desastres. Contudo, para que sejam eficazes, é essencial engajar ativamente as comunidades situadas em áreas de risco, promover a instrução e a conscientização do público em geral sobre essas ameaças, disseminar mensagens

de alerta e alarme de maneira eficiente e eficaz, e garantir treinamento e preparação contínuos por meio de simulações de evacuação.

2.4.2.1 Previsão, Monitoramento e Emissão de Avisos e Alertas

A Defesa Civil de Santa Catarina (2021) retrata que o aviso ou a alerta antecipada consiste em fornecer informações por meio de instituições identificadas, a fim de que pessoas expostas a determinados riscos possam adotar medidas preventivas com tempo hábil para evitar ou reduzir danos. Os sistemas de monitoramento e alerta, como integrantes da gestão de riscos e desastres, baseiam-se em quatro elementos principais: conhecimento do risco, monitoramento e previsão, disseminação da informação e resposta.

No Brasil, segundo CEPED/UFSC (2021), a previsão e o monitoramento do clima e tempo são realizados pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (Cenad), sediado em Brasília, no Distrito Federal, o qual apoia estados e municípios, transmitindo avisos e alertas diários. Para isso, o trabalho é executado em conjunto com outros órgãos especializados, como o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), a Agência Nacional de Águas (ANA), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/Inpe), o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), entre outros do Poder Executivo Federal.

A Figura 24 apresenta um esquema simplificado da ação coordenada para o monitoramento e o gerenciamento de riscos de movimento de massas, indicando desde os serviços anteriores ao do Cemaden até a chegada à população.

Figura 24 - Fluxograma de ações do Cemaden



Fonte: Cemaden (2016).

Conforme Sales (2017), os sistemas de alerta são aparatos utilizados pela Defesa Civil para informar à população sobre a possibilidade iminente de ocorrência de movimentos de massa. O intuito é permitir uma resposta rápida, organizada e precisa por parte das autoridades, visando a reduzir perdas materiais e de vidas. Para que os alertas sejam eficazes, é crucial contar com dados confiáveis, como previsões meteorológicas, e garantir que tanto a população quanto as autoridades estejam devidamente treinadas. Os alertas estão diretamente relacionados à análise da correlação entre as chuvas acumuladas e diárias e a probabilidade de deslizamentos de terra.

Silva (2021) destaca que informações do site oficial do Cemaden, dentro do âmbito do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas, indicam o monitoramento de 958 municípios do Brasil, dentro os quais estão os que apresentam histórico de desastres naturais relacionados a movimentos de massa. No sistema de monitoramento do Cemaden, são estabelecidos quatro níveis de operação e alerta: observação, moderado, alto e muito alto, conforme ilustrado na Figura 25, os quais desempenham papel essencial na elaboração e emissão de alertas, permitindo uma avaliação precisa das condições e uma resposta adequada diante de eventos adversos.

Figura 25 - Níveis de preparação e alerta adotados pelo Sistema de Monitoramento do Cemaden



Fonte: Cemaden (2020) apud Silva (2021).

2.4.2.2 Medidas de Preparação para Resposta

As medidas de preparação, de acordo com Furtado (2013), abrangem uma série de ações voltadas para garantir a prontidão diante de desastres. Dentre essas ações, é fundamental destacar a implementação de acordos e políticas que visam a organizar a mobilização e utilização de recursos, a fim de melhorar a resposta em situações de emergência. Além disso, é de extrema importância uma equipe de resposta competente e preparada para lidar com os desafios decorrentes do desastre.

Furtado (2013) ainda acrescenta que a aquisição e reserva de insumos é essencial para manter os recursos prontamente disponíveis, possibilitando uma resposta eficiente, e que, para fortalecer ainda mais a capacidade de resposta, é necessário investir em treinamentos e qualificações para os profissionais de resposta, assim como para as populações que residem em áreas de alto ou muito alto risco. Essas ações visam a promover a conscientização e a prevenção, capacitando as pessoas a agirem adequadamente em caso de emergência. Por fim, o

mesmo autor diz que é imprescindível elaborar um plano de contingências (Plancon) que considere os cenários de risco mais efetivos e recorrentes em cada região.

Por definição, um Plano de Contingência ou Plancon é um documento escrito que registra o planejamento de um grupo de trabalho coordenado pela estrutura municipal ou estadual de P&DC e estabelece acordos antecipados entre diferentes atores e organizações, de forma a permitir ações oportunas e apropriadas de preparação e resposta a desastres. (CEPED/UFSC, 2021)

Portanto, essa estratégia permite mitigar danos e proteger os moradores de área de risco de movimentação de massas em caso de desastre, estabelecendo diretrizes claras e eficazes para a atuação durante essas situações críticas.

3 GOVERNANÇA E PARTICIPAÇÃO SOCIAL E GESTÃO E REDUÇÃO DE RISCOS E DE DESASTRES

Conforme Coutinho et al. (2021), existe um crescente consenso de que a elaboração e a execução de planos e políticas públicas relacionadas à Gestão de Riscos e Desastres devem contar com a participação de diversos atores em diferentes níveis — local, regional, estadual e federal. Além disso, é essencial promover um amplo diálogo para considerar interesses e perspectivas, especialmente daqueles que serão diretamente afetados pelas decisões a serem tomadas.

Narváez, Lavell e Ortega (2020) propõem uma abordagem de gestão de riscos e desastres baseada em processos, em que cada componente atua de forma articulada e integrada, reconhecendo a sua interdependência e adotando uma perspectiva sistêmica. Ao contrário da abordagem baseada em funções, na qual as unidades operam de forma isolada, na gestão baseada em processos as unidades trabalham em conjunto, integrando suas ações e compreendendo suas inter-relações com as demais, Quadro 4.

Quadro 4 - Gestão de riscos e desastres: da abordagem funcional para a perspectiva sistêmica baseada em processos

Gestão baseada em "funções"	Gestão baseada em "processos"
Define áreas de trabalho com várias unidades organizacionais ou entidades (atores) especializadas, separadas (isoladas) e hierarquizadas com diferentes atividades específicas, que geram fragmentação e impedem visualizar e gerenciar a complexidade do problema.	Buscar identificar as conexões entre as distintas unidades organizacionais ou entidades (atores) especializadas por meio de processos, ou sequências de atividades que devem ser realizadas em conjunto, enfocando interdependências para cumprir uma missão ou objetivo compartilhado.

Fonte: Ministério do Desenvolvimento Regional (20121), adaptado de Narváez et al. (2009).

Abordagem por processos promove a colaboração sistêmica entre as partes envolvidas, permitindo alcançar resultados esperados e objetivos comuns de maneira mais eficaz. Coutinho et al. (2021) enfatizam que o envolvimento e a parceria de toda a sociedade, com especial atenção às pessoas mais afetadas e vulneráveis pelos desastres, vem sendo cada vez mais reconhecidos como uma tendência internacional, a exemplo do Marco de Ação de Hyogo (2005) e Marco de Ação de Sendai (2015).

O Marco de Ação de Hyogo (2005) propôs a criação de fóruns de governança que reunissem os principais atores e as instituições públicas, privadas e comunitárias para promover um processo de diálogo e colaboração, estabelecendo-se cinco ações prioritárias para a redução de desastres entre os anos de 2005 e 2015. Com base nisso, o Marco de Ação de Sendai (2015) ressalta a importância da colaboração e parceria entre diferentes setores e níveis de coordenação

para implementar instrumentos relevantes na redução de riscos de desastres e no avanço do desenvolvimento sustentável. Essas abordagens reconhecem que a gestão efetiva dos riscos e a construção de comunidades resilientes exigem a participação e o esforço conjunto de diversos atores da sociedade.

No ano de 2020, a Campanha Sendai 7 foi lançada com o objetivo de promover as sete metas estabelecidas pelo Marco de Sendai em um período de sete anos, destacando que qualquer estratégia de Redução de Risco de Desastres (RRD), seja em nível nacional seja local, requer mecanismos efetivos para garantir seu sucesso. Esses mecanismos incluem a coordenação entre os diversos atores envolvidos, a implementação de uma política nacional de Redução de Riscos e Desastres (RRD), a colaboração entre especialistas e setores, o apoio político para a aprovação de legislação relevante e a obtenção de recursos financeiros, técnicos e humanos. Esses elementos são essenciais para fortalecer a capacidade de resposta e prevenção de desastres, visando a proteger vidas e a promover a resiliência das comunidades (UNDRR apud Coutinho et al., 2021).

A participação social, uma das diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), permite que os interessados diretos tenham voz ativa na tomada de decisões, promovendo a transparência, a responsabilização e a construção coletiva de soluções para os desafios enfrentados pela comunidade. Segundo Olivato (2013), ela desempenha um papel fundamental na concepção e execução de políticas públicas abrangentes, uma vez que confere maior legitimidade ao processo e fortalece a governança.

No âmbito da administração pública federal, o Decreto nº 9.203/2017 estabelece como governança pública:

o conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e monitorar a gestão, com vistas à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade (Art. 2º, inciso I), tendo por diretriz “articular instituições e coordenar processos para melhorar a integração entre os diferentes níveis e esferas do setor público [...] (Art. 4º, IV).

O Poder Público tem o potencial de criar espaços de educação e diálogo nas comunidades mais vulneráveis, com o objetivo de desenvolver estratégias de ação e superar a apatia, garantindo, dessa maneira, o pleno exercício da cidadania (COUTINHO et al., 2021). A educação voltada para a prevenção busca não apenas preparar as pessoas para reagir em situações de emergência, mas também capacitá-las a se organizar e prevenir desastres (SULAIMAN, 2018).

3.1 EXEMPLOS DE ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA NO BRASIL

A gestão de risco de movimento de massa é uma área de extrema importância para a prevenção e mitigação de desastres naturais em todo o mundo. Diante disso, diversas regiões do Brasil têm adotado abordagens eficazes nesse campo, buscando proteger suas populações e reduzir os danos causados por eventos de movimento de massa.

O Brasil, por ser um país de dimensões continentais, com cerca de 8.515.767,049 km² segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), a gestão de risco de movimento de massa varia devido à sua diversidade geológica e ampla distribuição de áreas de risco, entretanto, cada município ou estado busca formas de evitar os desastres naturais, como é o caso dos exemplos a seguir.

3.1.1 Região dos Baús, Ilhota – SC

O município de Ilhota está localizado na região do Vale Baixo do Itajaí, onde os desastres ocorridos em novembro de 2008 tiveram um impacto significativo, resultando em graves consequências.

Na época do desastre o Município não possuía instrumentos de gestão de riscos, ou seja, plano de contingência ou qualquer tipo de mapeamento de risco que pudessem ajudar no enfrentamento da ocorrência (FERREIRA et al, 2017).

Com base nos dados do censo de 2010 realizado pelo IBGE, a cidade de Ilhota possui uma população total de 12.355 habitantes. Desse total, 7.898 habitantes residem na área urbana do município, enquanto 4.457 habitantes estão localizados na área rural.

Menezes (2009) relata uma série de depoimentos que evidenciam as circunstâncias que levaram ao desastre ocorrido no Vale do Itajaí. Menezes (2009 apud Ferreira et al., 2017) menciona que o evento foi desencadeado por um período prolongado de chuvas constantes, que durou aproximadamente três meses, entre setembro e novembro. Durante esse período, as condições climáticas se caracterizaram por alta umidade, nebulosidade e chuvas intermitentes. Em novembro daquele ano, o solo saturado devido ao volume pluviométrico não suportou a intensidade e a continuidade, resultando em movimentos de massa mesmo em áreas desocupadas ou não influenciadas por atividades humanas, Figura 26.

Figura 26 - Vista aérea do desastre de 2008 na Região dos Baús



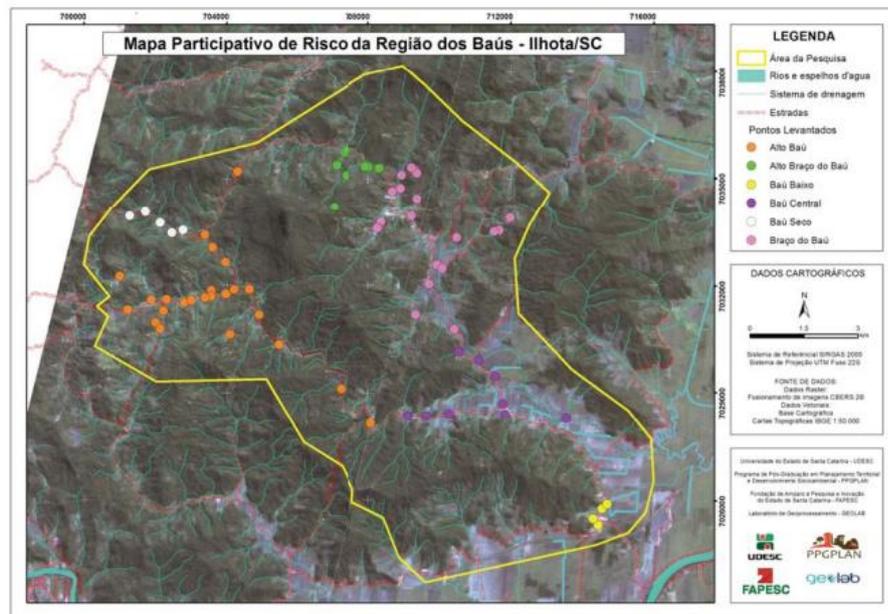
Fonte: ADARB, (2008).

Menezes (2009 apud Ferreira et al., 2017) ainda destaca a combinação de três fatores físicos (geomorfológico, geológico e pedológico) e um fator humano como causadores do desastre. Segundo o autor, a geologia da região, dominada por granitoides, juntamente com o relevo acidentado, contribui para a formação de solos altamente instáveis. Além disso, a ação humana, incluindo desmatamentos, substituição da vegetação nativa por plantações de eucalipto e pinus, cultivo de banana e remoção de árvores de grande porte com raízes profundas, teve um papel significativo. Esses fatores combinados com a quantidade excepcionalmente elevada de chuva resultaram nos desastres que assolaram a região.

Até o ano de 2008, a estrutura da Coordenadoria de Proteção e Defesa Civil de Ilhota era praticamente inexistente. Devido à ausência de uma estrutura específica para lidar com questões de proteção e defesa civil na cidade até aquele momento, a responsabilidade pela coordenação das ações nessa área foi atribuída a um secretário da Câmara Municipal, que assumiu o cargo em 1º de dezembro daquele ano e permaneceu por um período de quatro anos.

No entanto, após o ocorrido, com a contribuição de voluntários da cidade de Votuporanga/SP e Curitiba/PR, criou-se a Associação dos Desabrigados e Atingidos da Região dos Baús, a qual teve colaboração ativa na pesquisa para o “Mapeamento Participativo para Gestão de Risco de Desastres” em 2017, Figura 27, e, atualmente, tem desempenhado um papel de extrema importância na prevenção e mitigação de riscos de desastres, pois está constantemente monitorando os níveis de precipitação pluviométrica e quaisquer indícios de movimentos do solo (FERREIRA et al., 2017).

Figura 27 - Mapa Participativo de Risco da Região dos Baús



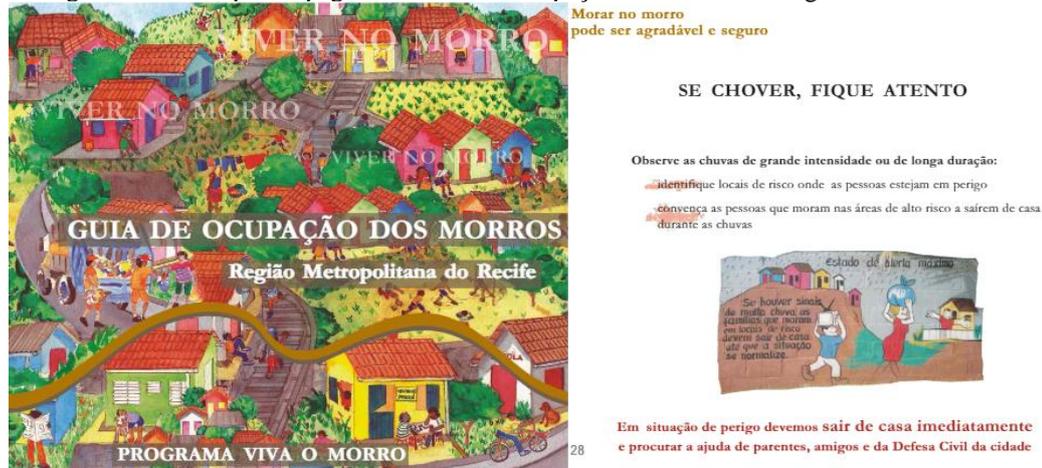
Fonte: Ferreira, 2017.

Apesar de ser uma ação posterior ao acontecimento, a elaboração do mapeamento participativo é uma medida de preventiva e mitigadora de eventos relacionados à movimentação de massa na região do dos Baús, Ilhota – SC.

3.1.2 Experiência Intermunicipal de Redução de Risco e Desastres - RRD na Região Metropolitana de Recife

Em resposta a uma série de desastres de deslizamentos que ocorreram nas áreas das encostas da Região Metropolitana de Recife (RMR) na década de 2000, criou-se o Programa Viva o Morro, Figura 28. Esses eventos trágicos, resultando em perdas de vidas e desabrigados, serviram como motivação para o estabelecimento do programa, que visa a mitigar os riscos de deslizamentos e a melhorar a qualidade de vida dos moradores dessas áreas por meio de intervenções socioambientais, reassentamento de famílias em áreas seguras e o desenvolvimento de políticas públicas adequadas (MDR, 2021).

Figura 28 - Exemplo de página do Guia de Ocupação dos Morros - Programa Viva o Morro



Fonte: Alheiros et al, 2003.

De acordo com Ministério do Desenvolvimento Regional (2021), o Programa Viva o Morro promoveu a colaboração entre os órgãos públicos municipais e estaduais, visando a troca de experiências e conhecimentos. Por meio desse programa, foram compartilhadas soluções tecnológicas e práticas relacionadas à ocupação, construção, administração e convivência nas áreas de morros. Essas soluções foram baseadas nas experiências cotidianas dos moradores e técnicos das administrações municipais locais, além de resultados de estudos e pesquisas realizados por centros especializados, como a Universidade Federal de Pernambuco, o Instituto Tecnológico de São Paulo e o GeoRio.

A formulação e implementação das ações do programa envolveram uma gestão integrada, com a colaboração das equipes das administrações municipais e de outros órgãos parceiros. Foi estabelecida uma unidade de gestão e constituídos grupos de trabalho para coordenar as atividades. Essa estrutura foi oficializada por meio de termos de compromisso assinados pelos prefeitos dos municípios participantes (MDR, 2021). Por meio dessa abordagem, foi possível estabelecer uma governança efetiva, promovendo a coordenação e o alinhamento das ações entre os diferentes atores envolvidos, visando a atingir os objetivos propostos pelo programa.

3.1.3 Caso Recife-PE

Em maio de 2022, a cidade de Recife, no estado de Pernambuco, foi acometida pelos deslizamentos de massa e inundações decorrentes de intensas chuvas na região, Figura 29. De acordo com Marengo et al. (2023), os eventos de precipitação intensa ocorridos em maio de 2022 provam quão vulneráveis a cidade de Recife e os outros distritos na Região Metropolitana

do Recife (MRR) são às variações extremas do clima. Segundo o mesmo autor, a probabilidade de ocorrerem eventos de deslizamento de massa ainda mais extremos, devido às mudanças climáticas, não pode ser ignorada.

Figura 29 - Deslizamento de massa em Recife-PE em maio de 2022



Fonte: Folha de Pernambuco, 2022.

Marengo et al. (2023) enfatizam que para reduzir os impactos dos desastres relacionados ao clima, é necessário investir em serviços climáticos, sistemas de alerta precoce e tomadas de decisão sustentáveis. Essas medidas devem ser direcionadas e fortalecer as áreas sensíveis ao clima. É fundamental educar a população sobre os riscos dos desastres e criar planos de ação em parceria entre os setores público, privado e acadêmico, além de promover a conscientização sobre os alertas emitidos pelas instituições governamentais. A gestão de riscos deve ser combinada com medidas de redução, com ênfase na participação ativa de todos os envolvidos para uma verdadeira colaboração na mitigação dos riscos e proteção das comunidades vulneráveis.

3.1.4 Caso de São Sebastião - SP

Em fevereiro de 2023, a cidade de São Sebastião, no estado de São Paulo, foi acometida pelos deslizamentos de massa decorrentes de intensas chuvas na região, resultando em graves consequências para o município. As encostas instáveis foram incapazes de suportar a quantidade de água, levando a deslizamentos de terra que, por sua vez, causaram destruição de residências, interrupção de vias e perda de vidas humanas, Figura 30.

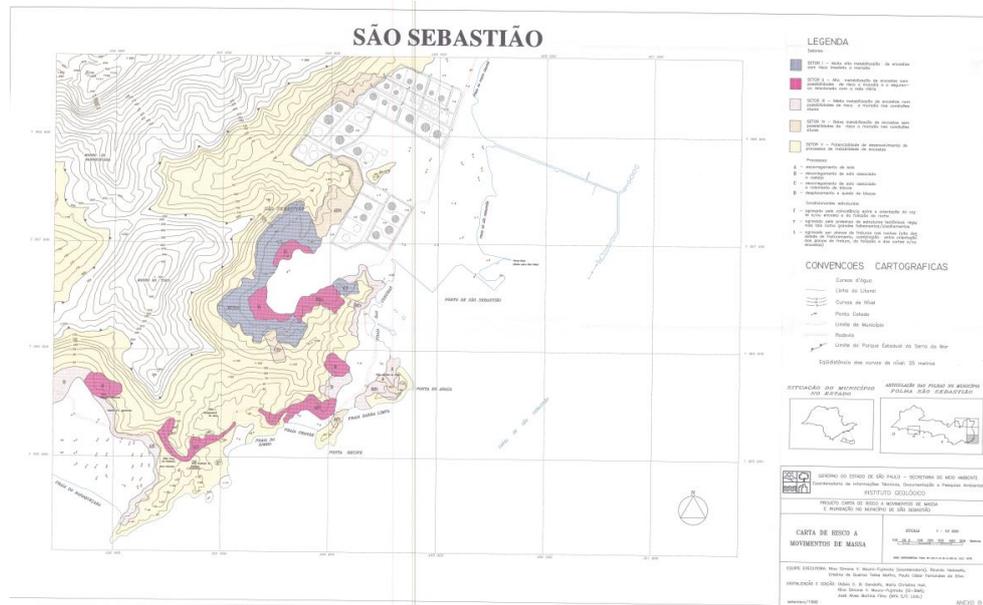
Figura 30 - Deslizamento de terra em São Sebastião-SP



Fonte: Governo do estado de São Paulo, 2023.

Desde a década de 90, há registros de elaboração de mapeamento de risco da cidade pelo Instituto Geológico de São Paulo (1996), o que caracteriza a atenção para a gestão de risco de deslizamento de massa região, Figura 31. No mapa, é possível identificar as áreas mais suscetíveis a deslizamentos de massa, representadas por diferentes cores. O setor de "Muito Alta Instabilização" é indicado pela cor cinza, indicando um alto risco de deslizamentos, enquanto o setor de "Alta Instabilização" é destacado em vermelho, denotando uma significativa vulnerabilidade a esse tipo de ocorrência. (Anexo G)

Figura 31 - Mapa de risco de São Sebastião-SP

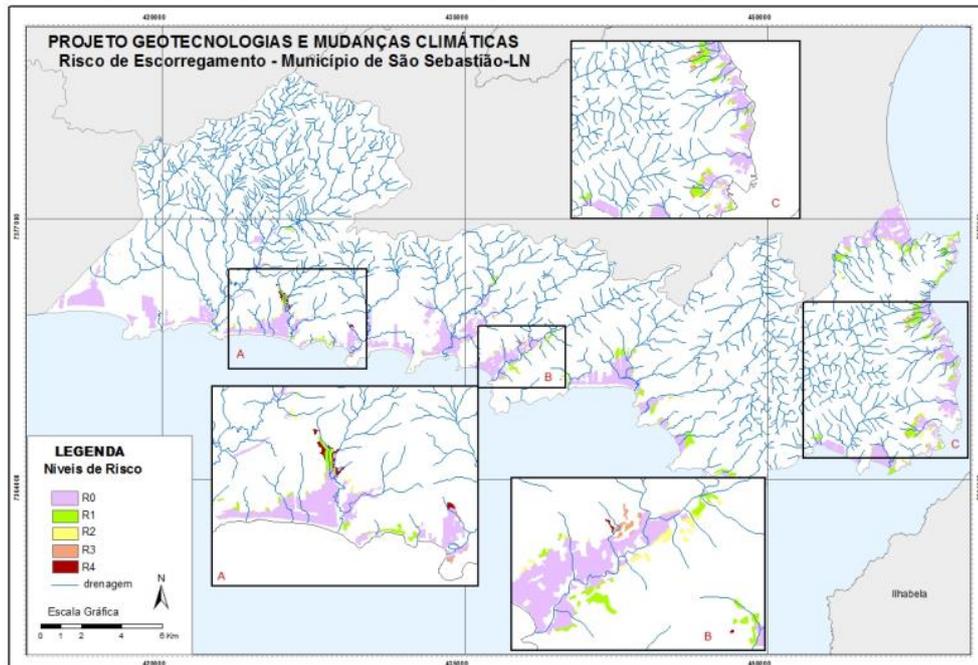


Fonte: Instituto Geológico de São Paulo, 1996.

Ademais, Souza (2014) realizou o mapeamento de risco de escorregamento de massa do município de São Sebastião-SP, no qual foi possível observar as áreas mais propensas aos eventos de movimentação de massa, sendo o R4 (Muito Alto Risco), R3 (Alto Risco), R2

(Médio Risco), R1 (Baixo Risco) e R0 (Risco Muito Baixo ou Nulo). No mapa, pode-se identificar pontos vermelhos caracterizando “Muito Alto Rico” de escorregamentos de terra.

Figura 32 - Mapa de Risco de Escorregamento no Município de São Sebastião



Fonte: Souza, 2014.

Uma das estratégias adotadas pela prefeitura de São Sebastião-SP, para evitar a ocorrência de novos desastres na região, foi a demolição das casas atingidas pelos deslizamentos de massa decorrentes das chuvas de fevereiro de 2023. Por meio da "Operação Desmonte", iniciada pela Defesa Civil do município, objetivou-se eliminar as estruturas comprometidas e reduzir os riscos associados a futuros deslizamentos. Além disso, com a ajuda dos técnicos do Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), que engloba o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), foram identificadas e interditadas residências em risco de ruína após os eventos de escorregamento.

Segundo dados do Governo Estadual de São Paulo, mais uma estratégia de gestão foi a criação da Gerência de Apoio do Litoral Norte, com o intuito auxiliar as vítimas e famílias desabrigadas após o desastre, além da reconstrução dos municípios da região afetados com as fortes chuvas, como é o caso de São Sebastião-SP, visando a evitar novos desastres.

Outra medida de gestão no município, de acordo com a Prefeitura de São Sebastião-SP, foi a iniciativa para um mapeamento de risco das áreas atingidas pelos movimentos de terra e diagnóstico de potenciais novos eventos, por meio da colaboração da Centro Integrado de Monitoramento e Alerta da Defesa Civil de Maceió.

4 METODOLOGIA

A metodologia consiste em uma pesquisa aplicada, por meio de uma abordagem qualitativa, de modo a analisar de que forma a gestão de risco de movimentos de massas pode contribuir para evitar desastres na cidade de João Pessoa-PB, desde a identificação das áreas suscetíveis a movimentos de massa até a implementação de medidas preventivas, mitigadoras e de preparação.

Ademais, a metodologia prevê a integração de diferentes atores e instituições relevantes, como órgãos governamentais, universidades e comunidades locais, a fim de promover a participação ativa e o compartilhamento de conhecimento. Além disso, contempla a elaboração tanto de um plano de gestão de risco de movimento de massas quanto de um plano de contingência, o qual indica, por meio de um mapa, as ações específicas a serem tomadas em caso de ocorrência de um movimento de massa.

4.1 COLETA DE DADOS

Para coletar os dados necessários para a pesquisa, serão utilizados diferentes recursos, incluindo trabalhos científicos, relatórios técnicos e documentos governamentais fornecidos pela Defesa Civil de João Pessoa. Essa abordagem permitirá uma análise abrangente do contexto geográfico e das características específicas do município de João Pessoa-PB em relação à gestão de risco de movimento de massa. Para a caracterização da cidade, serão considerados aspectos como as características do solo, a geomorfologia da região, o regime de chuvas, as áreas de risco e o histórico de eventos passados, como deslizamentos de terra e outros incidentes relacionados.

Com base nessas informações, será possível obter um amplo conhecimento do ambiente urbano de João Pessoa, o que é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de gestão de risco. A compreensão detalhada desses elementos contribuirá para identificar áreas de risco, planejar medidas preventivas e tomar decisões embasadas na implementação de políticas públicas. Assim, essa análise do contexto geográfico e do histórico de deslizamentos local fornecerá uma base sólida para a metodologia de gestão de risco de movimento de massa na cidade, permitindo uma abordagem mais precisa e efetiva na proteção da população e do ambiente urbano.

4.2 AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE E VULNERABILIDADE

A avaliação de risco de movimento de massa será conduzida utilizando a ficha de vistoria desenvolvida por Soares e Pereira (2017), Figura 33 e Anexo A, e de informações fornecidas pela Defesa Civil da cidade e pelo grupo de Engenharia Geotécnica/UFPB – GEGEO/UFPB. Essa abordagem considerará a identificação e análise do risco, as quais serão construídas a partir da avaliação das informações obtidas durante a etapa de identificação de risco.

Figura 33 – Ficha de vistoria

 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE ESCORREGIMENTO João Pessoa, Paraíba, Brasil.	
FICHA DE VISTORIA	
1 – DADOS GERAIS Data: ____/____/____ Órgão responsável: _____ Responsável técnico: _____ Identificação: _____ Motivo da visita: _____ Nº de cadastro: _____ Logradouro: _____ Bairro: _____ CEP: _____ Rua: _____ Nº: _____ Nome (Morador): _____ Identidade: _____ Cel: () _____ Nome (Morador): _____ Identidade: _____ Cel: () _____ Total de moradores: _____ Crianças: _____ Tempo de moradia: _____ Nº domicílios: _____	
2 – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL Morfologia: () Baixo planalto costeiro () Planície Fluvial () Área plana () Área totalmente ocupada Talude: () Natural () De corte () De aterro () Misto Altura: ____ m Vegetação: () Arbórea () Rasteira () Desmatada () Cultivo MONTANTE: Altura: ____ m Inclinação: () 90° () 60° () 30° () 17° () 10° Cob. superficial: () Alúvio () Colúvio () Tálus Espessura: ____ m JUSANTE: Altura: ____ m Inclinação: () 90° () 60° () 30° () 17° () 10° Cob. superficial: () Alúvio () Colúvio () Tálus Espessura: ____ m	
3 – CARACTERIZAÇÃO DA MORADIA Condições de acesso: () Via asfaltada () Via de terra () Escadaria de cimento Tipo: () Alvenaria () Madeira () Barro () Mista () Outro, Qual? _____ Fundação: () Rasa () Profunda Estrutura: () Pilar () Viga () Laje () Telhado Distância da moradia a base do talude: ____ m Distância da moradia ao topo do talude: ____ m Relação altura /afastamento: () 1/1 () 2/1 () 3/1 ou mais Patologia aparente: () Trincas e rachaduras () Flechas exageradas () Descolamento de Concreto	
4 – PRESENÇA DE ÁGUA Sistema de drenagem superficial: () Inexistente () Precário () Satisfatório Pra onde vai o esgoto: () Fossa () Canalizada () Lançamento em superfície De onde vem a água para uso da moradia: () Prefeitura () Bica Existe vazamento de tubulação: () Água () Esgoto () Não Cursos de água na extensão do talude: () Base () Meio () Não	
5 – PREDISPOSIÇÃO A PROCESSOS GEODINÂMICOS E SINAIS DE INSTABILIZAÇÃO Sinais de movimentação: () Trincas no terreno () Estrutura deformada () Degraus de abatimento () Estalos () Inclinação (Árvores, postes, muros) () Cicatriz de deslizamento próximo a moradia () Surgência () Muros/paredes "embarrigados" () Feições erosivas Processo de instabilização ocorridos: _____ Predisposição a processos geológicos: () Mov. Grav. de massa. Qual? _____ () Mov. de transp. de massa. Qual? _____ Predisposição a processos hidrológicos: () Inundação () Enchente () Alagamento	
6 – AGENTES POTENCIALIZADORES DE RISCO () Concentração de água pluvial em superfície () Lançamento de água servida/esgoto na superfície () Vazamentos de água/esgoto () Fossa () Lixo/entulho () Bananeiras () Presença de blocos de rochas () Ausência de cobertura vegetal	
7 – CLASSIFICAÇÃO PARAMÉTRICA DE RISCO Nota: + ____ Agentes potencializadores (1 a 2 pontos) + ____ Sinais de instabilização (1 a 2 pontos) + ____ Vulnerabilidade da edificação (1 a 2 pontos) + ____ Relação altura/afastamento (1 a 3 pontos) - ____ Fatores atenuantes (1 a 3 pontos) + ____ Fatores agravantes (1 ponto) Total: ____ pontos Nível de risco: () Muito alto: 8 a 10 pontos () Alto: 7 pontos () Médio: 6 pontos () Baixo: 5 a 4 pontos () Sem risco: 3 a 0	
8 – CONSIDERAÇÕES DO RESPONSÁVEL TÉCNICO _____ _____ _____ _____	
9 – PARECER () Monitoramento () Remoção temporária () Remoção definitiva () Não se aplica	

Fonte: Soares e Pereira, 2017.

Durante esse procedimento, as informações coletadas serão relacionadas às suas respectivas probabilidades de ocorrência e intensidade de danos, proporcionando uma avaliação abrangente do risco envolvido, Apêndice A. Dessa forma, será possível obter uma visão completa da situação de risco, além de contribuir para o zoneamento que delimita, de forma espacial, as áreas com características semelhantes em relação ao nível de risco. Com base nesses dados, serão estabelecidas prioridades de intervenção e tomadas de decisão para a implementação de medidas de prevenção, mitigação e preparação adequadas aos bairros de João Pessoa-PB.

4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS DE MOVIMENTO DE MASSA

A metodologia adotada para a classificação dos riscos nas zonas basear-se-á na utilização de parâmetros e pesos estabelecidos por Soares e Pereira (2017). Esses parâmetros serão aplicados por meio da soma dos pesos atribuídos a cada variável considerada na análise, Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros e pesos

Parâmetro	Condição	Peso
Agentes potencializadores (AG)	Sem AG	1 ponto
	Com AG	2 pontos
Sinais de instabilização (SI)	Sem SI	1 ponto
	Com SI	2 pontos
Vulnerabilidade da edificação (V)	V baixa	1 ponto
	V alta	2 pontos
Relação altura/afastamento	1/1	1 ponto
	2/1	2 pontos
	3/1 ou mais	3 pontos
Fatores atenuantes	Obra sem qualidade atestada	-1 ponto
	Obra que minimizou o risco	-2 pontos
	Talude estável	-3 pontos
Fator agravante	Vulnerabilidade social é relevante	1 ponto

Fonte: Soares e Pereira (2017).

O nível de risco, dessa forma, é obtido por meio do somatório dos pesos atribuídos e enquadramento dessa soma em uma escala, Tabela 2.

Tabela 2 - Escala de classificação de risco

Somatório	Nível de Risco
De 0 a 3 pontos	Sem risco
De 4 a 5 pontos	Baixo
6 pontos	Médio
7 pontos	Alto
De 8 a 10 pontos	Muito alto

Fonte: Soares e Pereira (2017).

Seguindo as diretrizes do Ministério das Cidades, os níveis de risco serão categorizados em mapas elaborados no *software* QGIS, classificando as regiões, através de *shapefiles*, de acordo com quatro cores: roxo para áreas de muito alto risco (R4), vermelho para alto risco (R3), amarelo para médio risco (R2) e verde para baixo risco (R1). A abordagem por meio de mapas permite identificar de forma clara e objetiva as áreas mais suscetíveis a movimentos de massa, auxiliando na tomada de decisões e no desenvolvimento de estratégias de gestão de risco

4.4 ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA

A fim de garantir uma gestão eficaz do risco de movimento de massa na cidade de João Pessoa-PB, serão, primeiramente, estudadas as medidas de gestão de risco utilizadas pelos órgãos municipais de João Pessoa e, em seguida, serão desenvolvidas estratégias específicas que levem em consideração as informações obtidas na etapa de análise da suscetibilidade e vulnerabilidade, bem como as características locais e classificação dos riscos. Essas estratégias visam reduzir a vulnerabilidade da população e do ambiente urbano diante da suscetibilidade de deslizamento de massa. Para isso, serão realizadas ações pontuais e abrangentes levando em consideração a necessidade das regiões avaliadas e o tipo de intervenção aplicada, que incluirá medidas preventivas tais como o monitoramento contínuo das áreas de risco, a implementação de programa de alerta, e a promoção da educação e conscientização da população sobre os riscos. Essas ações conjuntas contribuirão para a redução dos impactos negativos dos movimentos de massa, promovendo a segurança e a qualidade de vida da comunidade local.

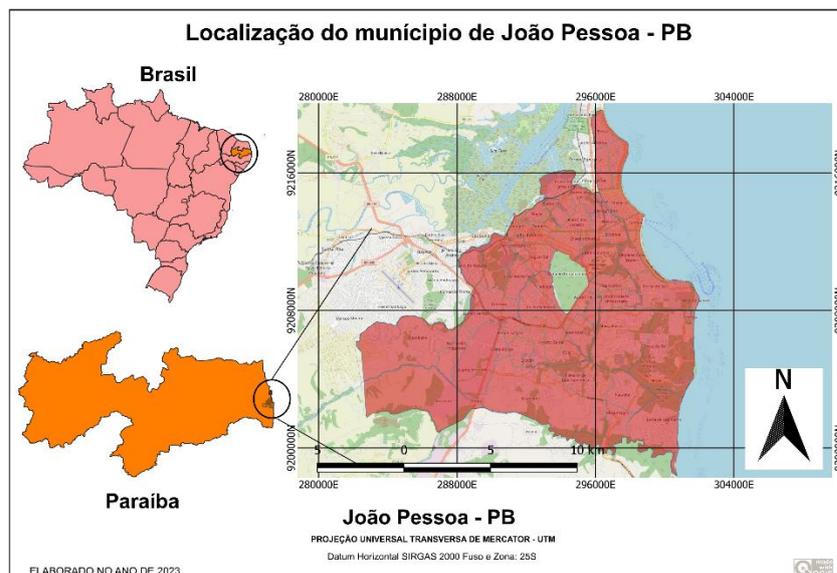
5 CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE JOÃO PESSOA - PB

Para uma gestão de risco eficiente em uma cidade, é fundamental que se tenha um conhecimento sobre as características do local, como: histórico de ocupação, tipo de solo, regime de chuvas, geomorfologia, entre outros aspectos relevantes. Essas informações são essenciais para uma avaliação correta dos riscos de deslizamentos de massa e para a definição de medidas preventivas adequadas. Dessa forma, a gestão de risco pode ser realizada de forma mais eficiente e assertiva, reduzindo os impactos negativos causados por eventos climáticos extremos.

5.1 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA - PB

A cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, Figura 34, apresenta uma população estimada em 825.796 habitantes e área 210,044 km², segundo dados de 2021 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Fundada em 1585, a cidade foi colonizada por portugueses e holandeses, tendo sido palco de diversos conflitos durante o período colonial. Ao longo dos séculos, a cidade passou por diferentes fases econômicas, e, conseqüentemente, pelo processo de urbanização.

Figura 34 – Mapa de localização do município de João Pessoa-PB



Fonte: Próprio autor

Estudos de Moreira (2020) mostram que, a partir da década de 1970, o processo de urbanização da cidade se intensificou, apresentando um crescimento desordenado devido ao movimento migratório campo-cidade, como pode ser visto na Tabela 3, o que, de acordo com Maia (2001, p. 71 apud Moreira, 2020), “revelando um acréscimo de 160% em relação à área urbana da década anterior”.

Tabela 3 - Evolução da população de João Pessoa 1920-1980

Ano	1920	1940	1950	1960	1970	1980
Habitantes	52.990	94.333	119.326	155.117	228.418	338.629

Fonte: Moreira (2020), com base nos dados do Censo 2010 do IBGE.

Nos anos de 1980, o número de habitantes continua aumentando, marcando a década pela produção de periferias na área urbana da cidade, consoante Lima (2017, p. 96). No entanto, após esse período, “houve uma diminuição do ritmo de construções de moradias populares, em função de ausência ou fragilidade de políticas direcionadas a esse setor, o que provocou uma maior produção de favelas.” (MAIA, 2014, p. 103, apud MOREIRA, 2020)

Moreira (2020) também ressalta que João Pessoa-PB é acometida por “déficit” e a precariedade habitacional, o qual é resultado do processo de segregação espacial ocorrido durante a formação das cidades brasileiras. Conforme o estudo de 2010 sobre o déficit habitacional municipal no Brasil, conduzido pela Fundação João Pinheiro (FJP), verificou-se que o município possui uma carência de 29.325 moradias. Dessa forma, pessoas nessas situações, por exemplo, não visualizam uma alternativa senão a de habitar áreas de risco.

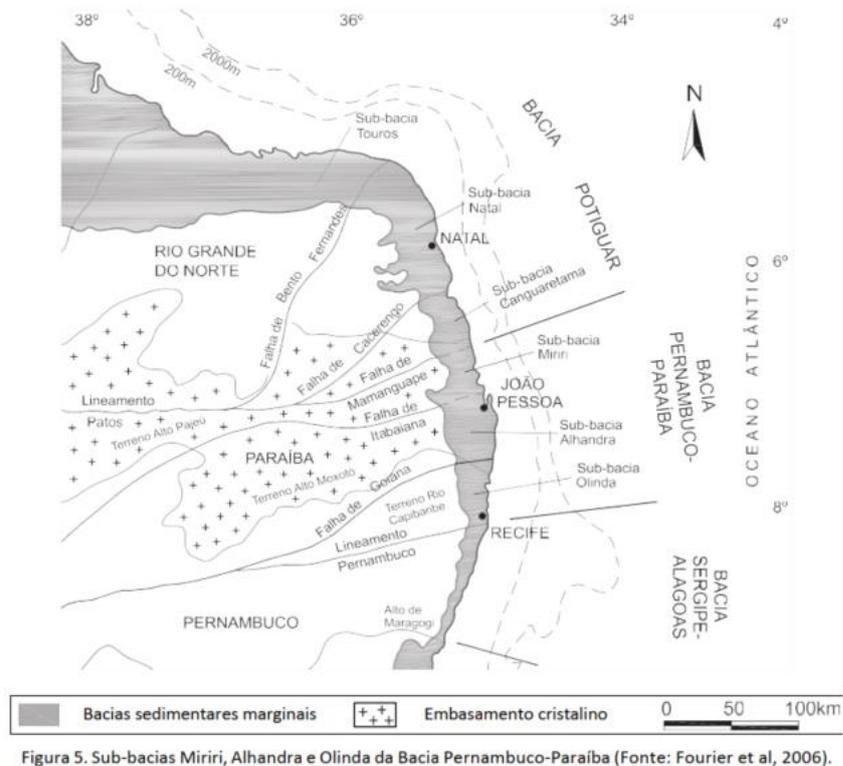
Conforme Vital et al. (2016), a disposição habitacional de João Pessoa é influenciada pelo poder aquisitivo, dessa forma, os bairros que possuem maior importância econômica na cidade estão situados nas áreas mais elevadas dos tabuleiros costeiros ou próximos às planícies costeiras. Em contrapartida, os bairros menos favorecidos economicamente estão localizados principalmente em encostas, planícies fluviais e áreas deprimidas, onde os riscos são mais frequentes.

Atualmente, segundo dados da COMPDEC-JP (Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de João Pessoa), no município existem 27 áreas de risco de desastres, apresentando uma combinação de fragilidades sociais e ambientais, com famílias de baixa renda em condições precárias de moradia nas partes altas e baixas das encostas, em áreas críticas, aumentando o risco de desabamento em períodos de chuva.

5.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA CIDADE

A cidade de João Pessoa faz parte da bacia sedimentar Pernambuco-Paraíba, que está localizada sobre um antigo embasamento rochoso cristalino, que foi moldado pela Orogênese Brasileira, Figura 35. Ao longo do tempo, ocorreu a formação de camadas sedimentares parcialmente consolidadas, resultado da contínua deposição e compactação de sedimentos, incluindo extensões litorâneas de formações arenosas e depósitos de sedimentos não consolidados (FURRIER et al., 2006; FURRIER, 2007; BARBOSA; BARBOSA, 2016).

Figura 35 – Sub-bacias Miriri, Alhandra e Olinda da Bacia Pernambuco-Paraíba



Fonte: Fourier et al., 2006.

Na bacia sedimentar em que João Pessoa está localizada, identificam-se quatro principais tipos de formações sedimentares: aluviões e sedimentos de praia, formação Beberibe, formação Gramame e a formação Barreiras. De acordo com Alheiros et al. (1988), mencionado por Furrier et al. (2006), a Formação Barreiras foi depositada por meio de sistemas fluviais interconectados que se desenvolveram em leques aluviais. Existem fortes indícios de que ocorreram ambientes de deposição lenta, como planícies aluviais (Furrier et al., 2006, p. 62).

Conforme Fernandes e Amaral (1996), as características litológicas e estruturais da Formação Barreiras a tornam altamente suscetível à erosão. No contexto de movimentos de

massa na Região Metropolitana do Recife, conforme Coutinho e Severo (2009), tais movimentos estão frequentemente associados à ocupação humana desordenada, incluindo cortes na encosta, aumento de carga no topo, vazamento de tubulações, infiltração de águas servidas, remoção da vegetação superficial e plantio de grandes árvores.

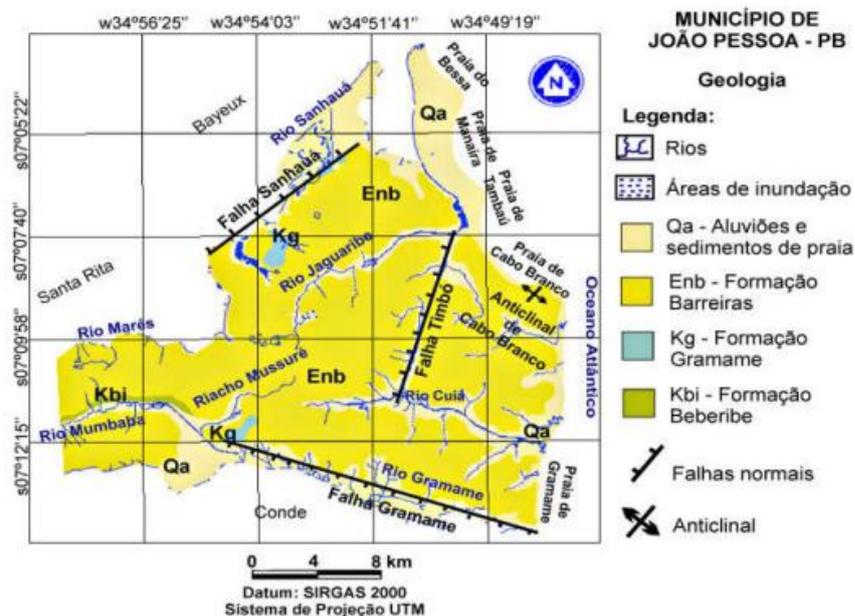
Conforme Barbosa (2015 apud Bezerra, 2017), a maior parte do território de João Pessoa está situada sobre a Formação Barreiras, com cerca de cerca de 67% da área total do município, Tabela 4 e Figura 36. Fazendo-se um paralelo com a Região Metropolitana de Recife, os fatores de movimentação de massa supracitados devem ser considerados na gestão de risco da cidade.

Tabela 4 - Unidades geológicas em Km² e % do município de João Pessoa

Classes	Área em Km ²	Área em %
Aluviões e sedimentos de praia	71,79	32
Formação Barreiras	136,57	67
Formação Gramame	1,89	0,9
Formação Beberibe	1,22	0,1
Total	211,47	100

Fonte: Barbosa (2015)

Figura 36 – Mapa geológico de João Pessoa



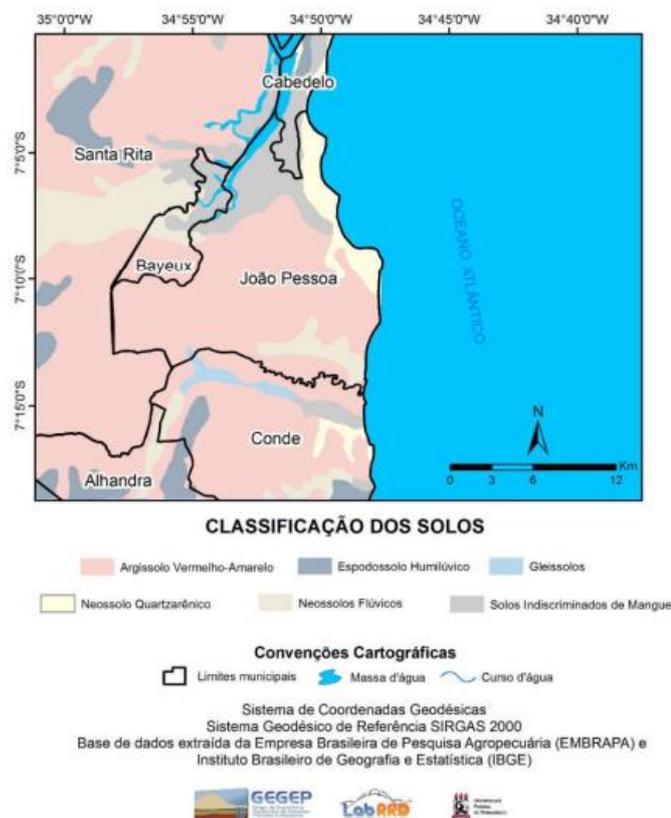
Fonte: Adaptado de Brasil (2002) por Barbosa (2015).

Em relação à geomorfologia, o município de João Pessoa pode ser dividido em dois grupos de formas de relevo: os Baixos Planaltos Costeiros, que fazem parte dos Tabuleiros Litorâneos e são moldados pelos sedimentos pouco consolidados da Formação Barreiras, e a Baixada Litorânea, que é formada por depósitos aluviais (BEZERRA, 2017).

5.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Os solos de João Pessoa-PB foram caracterizados por Nascimento (2008), conforme citado por Soares (2011), com base no Mapa Pedológico do Estado da Paraíba (2004) e no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999 e 2006). Essa caracterização confirmou a predominância de Argilossolos Vermelho-Amarelos nos Tabuleiros Litorâneos da Formação Barreiras, frequentemente encontrados em associação com Latossolos Vermelho-Amarelos e Espodossolos. Estudos de Marinho (2011) confirmam a predominância do argilossolo na cidade, Figura 37.

Figura 37 – Classificação dos solos de João Pessoa-PB



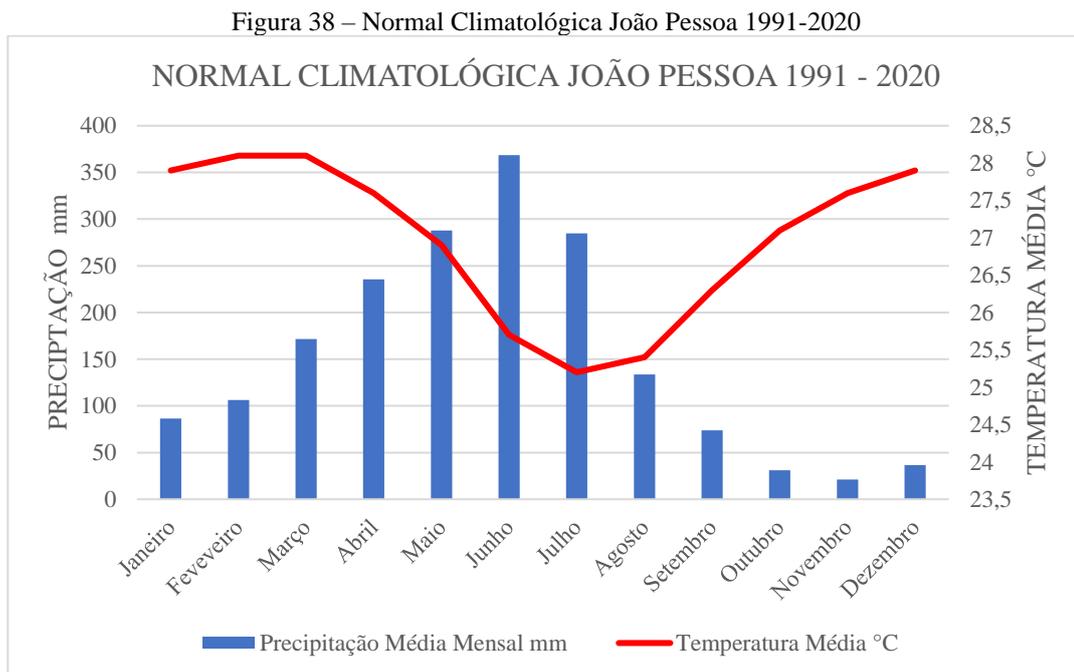
Fonte: Bezerra, 2018

Marinho (2011) ressalta que nos planaltos costeiros de João Pessoa-PB, encontra-se principalmente argilossolos e latossolos, além de ocorrências de neossolos quartzênicos e espodossolos. Nas planícies costeiras, predominam solos arenosos, como os neossolos quartzênicos, organossolos e gleissolos. Nas planícies aluviais, destacam-se os neossolos flúvicos. Em certas regiões das margens de rios, especialmente nas desembocaduras no Atlântico e no Rio Paraíba, encontramos solos de mangue.

5.4 CARACTERIZAÇÃO DAS CHUVAS DA CIDADE

A distribuição temporal e espacial das chuvas em João Pessoa-PB é um fator crucial a ser considerado na gestão de riscos de movimentos de massa. Segundo Ribeiro (2013), a classificação climática mais tradicional de Köppen-Geiger considera o clima da cidade como "tropical de savana". Essa classificação descreve um clima quente e úmido durante o inverno e o outono, com menor pluviosidade na primavera. Já conforme Kayano e Andreoli (2021), João Pessoa é situada em uma região costeira e apresenta características climáticas que a classificam como um município de "clima litorâneo úmido".

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2023), a temperatura média anual em João Pessoa é de, aproximadamente, 26,9 °C, e a média anual de precipitação é de 1837 mm. Esses dados podem ser visualizados no gráfico da Normal Climatológica mais recente, referente ao período de 1991 a 2020 em João Pessoa, Paraíba, Figura 38.



Fonte: Próprio autor, adaptado INMET, 2023.

É possível notar que a temperatura em João Pessoa não varia muito ao longo do ano. O mês mais quente é março, com uma média de temperatura de 28,3 °C, enquanto o mês mais frio é julho, com uma média de 25,4 °C. Em relação à pluviosidade, novembro é o mês mais seco, com uma média mensal de 25 mm de precipitação, enquanto junho é o mês mais chuvoso, com uma média de 370 mm de precipitação.

5.5 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA

De acordo com Ogura et al. (2007), áreas de risco são aquelas propensas a eventos naturais ou induzidos que resultem em efeitos negativos. Essas zonas são habitadas por populações em situação econômica e social vulnerável. Especificamente em João Pessoa, como citado no tópico 5.1, é composta por 27 áreas de risco, o que, conforme Silva (2016), abrange cerca de 10 mil habitações, estando, aproximadamente, 40 mil pessoas expostas a algum tipo de risco de desastre.

À vista disso, a cidade está incluída no registro do Governo Federal como uma área propensa a deslizamentos e inundações. Desde o ano de 2013, o Serviço Geológico do Brasil da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM/SGB), utilizando-se da metodologia de classificação de risco confeccionada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2007), tem realizado o mapeamento de risco de movimentos de massa e inundações no perímetro municipal.

Lamberty e Mendonça (2019), por meio do mapeamento da cidade de João Pessoa, identificaram 19 setores de Muito Alto Risco e 29 setores de Alto Risco, dentro das 27 áreas de risco, classificados por meio da metodologia do Ministério das Cidades, expostos no Quadro 5 e nas Figuras 39, 40 e 41.

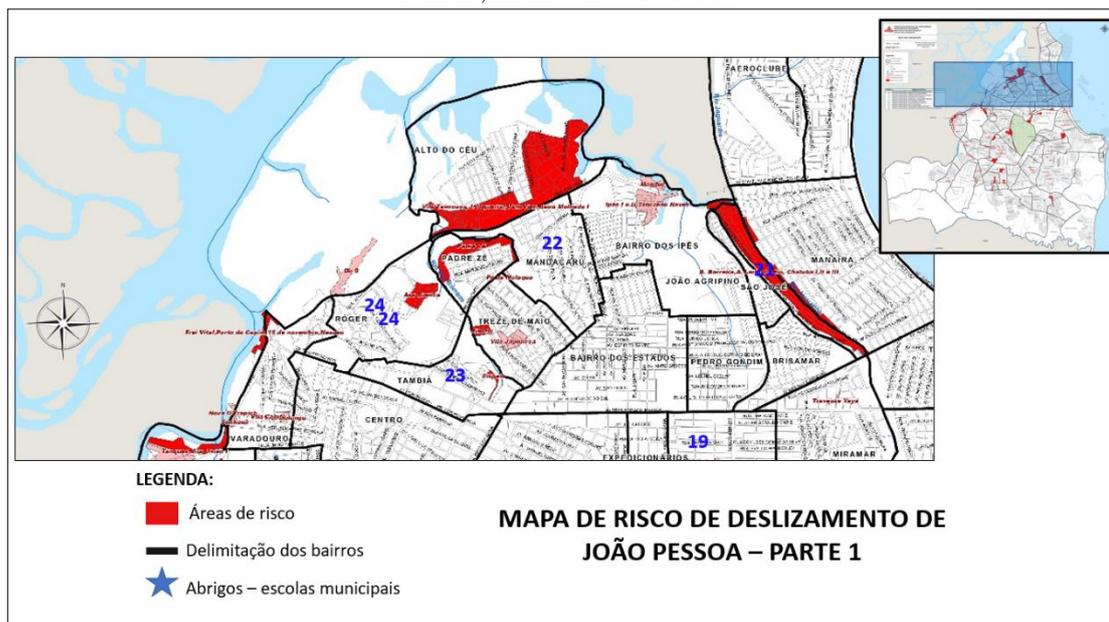
Quadro 5 - Encostas da cidade de João Pessoa-PB

BAIRRO	COMUNIDADE/ AVENIDA/ RUA	CLASSIFICAÇÃO DO RISCO
1. Trincheiras	Avenida Satunino de Brito	Alto
	Avenida Satunino de Brito	Alto
	Avenida Satunino de Brito	Alto
2. Ilha do Bispo	Avenida Redenção	Muito alto
	Avenida General Aurélio de Lyra Tavares	Muito alto
3. Alto do Mateus	Rua Luís Jacinto	Alto
	Rua Carteiro Dorgival Lopes da Silva	Muito alto
4. Oitizeiro	Avenida Marta da Luz	Alto
	Rua Manoel Guerra	Alto
	Rua Doutor Luís Bronzeado	Muito alto
	Rua Ambrósio Vitorino Pontes	Alto
	Rua Ambrósio Vitorino Pontes (Acesso)	Alto
5. Cruz das Armas	Travessa Mário Magalhães	Alto
	Avenida Palmares	Alto
6. Cristo	Avenida Engenheiro Retumba	Alto
	Rua Deputado José Taváres	Alto

BAIRRO	COMUNIDADE/ AVENIDA/ RUA	CLASSIFICAÇÃO DO RISCO
Redentor	Rua Deputado José Tavares	Alto
	Rua Isabel Scalarabi	Muito alto
7. Jaguaribe	Rua Francisco de Souza Rangel e Rua Álvaro Lemos	Alto
8. Varjão	Avenida Cônego Vicente	Alto
	Rua Bom Jesus	Alto
	Rua Rangel Travassos	Alto
	Rua Osvaldo Lemos	Muito alto
9. Distrito Industrial	Comunidade Gramame	Alto
10. Funcionários	Comunidade Maria de Nazaré	Alto
11. João Paulo II	Rua Bela Vista	Alto
	Rua Doutor Galileu Di Beli	Alto
12. Valentina	Rua Frei Damião	Muito alto
	Rua Estevão Lopes Galvão	Muito alto
13. Mangabeira	Rua Brasilino Alves da Nóbrega	Alto
14. Paratibe	Rua Motorista Sílvio Fernandes de Assis	Alto
15. Cabo Branco	Avenida Cabo Branco	Alto
	Rua Desportista José Eduardo de Holanda	Muito alto
16. Miramar	Avenida Ministro José Américo de Almeida (antes da ponte)	Alto
	Avenida Ministro José Américo de Almeida (depois da ponte)	Muito alto
	Rua José Gonçalves Júnior	Muito alto
17. Tambauzinho	Avenida Ministro José Américo de Almeida	Alto
18. Castelo Branco	Rua Joaquim Pedro da Silva	Muito alto
19. Expedicionário	Avenida Ministro José Américo de Almeida	Alto
20. Torre	Avenida Ministro José Américo de Almeida	Alto
21. São José	Rua Edmundo Filho	Muito alto
22. Mandacaru	Rua Mascarenhas de Moraes	Muito alto
23. Tambiá	Rua Luís Oliveira da Silva	Muito alto
24. Roger	Rua Salvador de Albuquerque	Muito alto
	Avenida Gouvêia Nóbrega	Muito alto
	Rua Monsenhor José Coutinho	Alto
	Rua Dezenove de Março	Muito alto
	Avenida Ayrton Senna da Silva	Muito alto

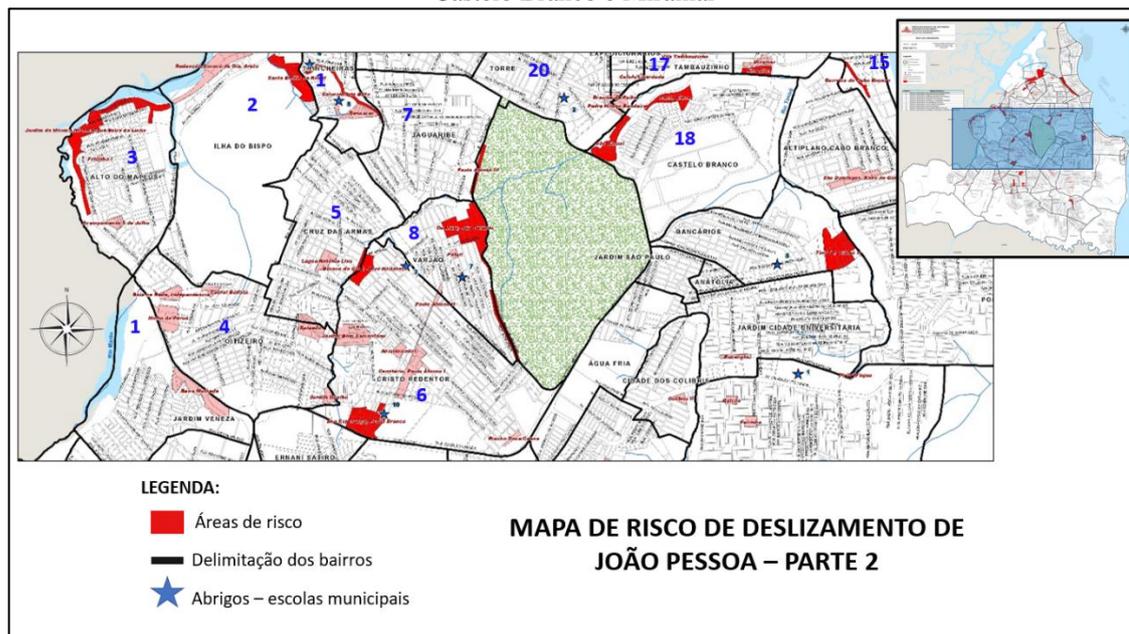
Fonte: Próprio autor, adaptado de Lamberty e Mendonça (2019).

Figura 39 – Região de João Pessoa-PB com áreas de risco localizadas nos bairros Varadouro, Roger, Trincheiras, Tambiá, Mandacaru e São José



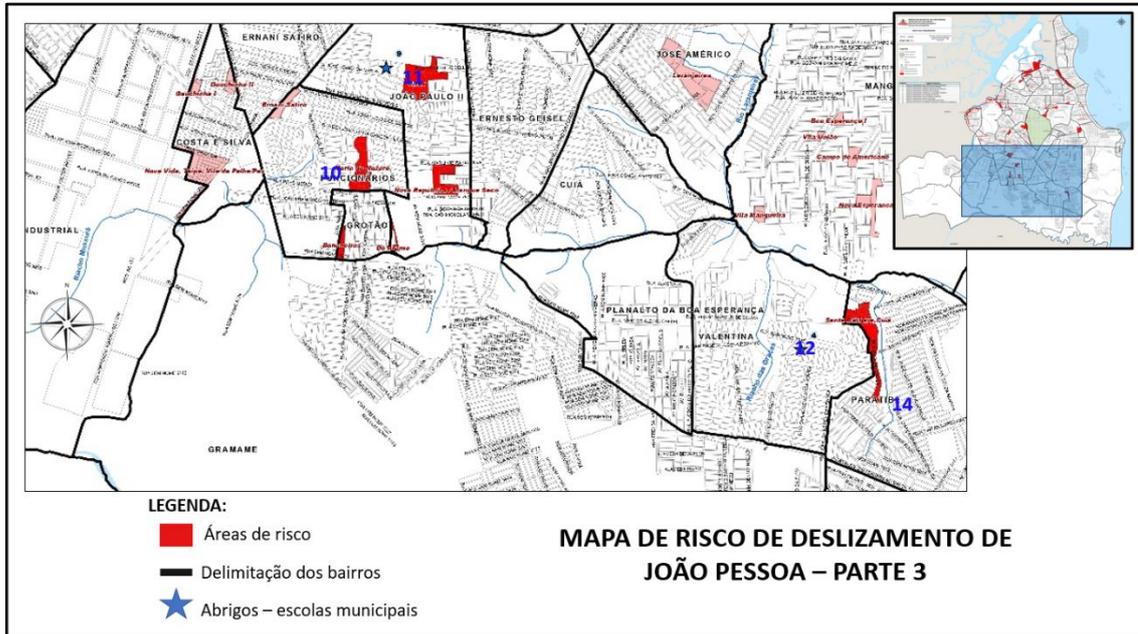
Fonte: Próprio autor, adaptado do “Mapa das Comunidades” elaborado pela PMJP, 2023.

Figura 40 – Região de João Pessoa-PB com áreas de risco localizadas nos bairros Alto do Mateus, Varjão, Castelo Branco e Miramar



Fonte: Próprio autor, adaptado do “Mapa das Comunidades” elaborado pela PMJP, 2023.

Figura 41 – Região de João Pessoa-PB com áreas de risco localizadas nos bairros João Paulo II, Funcionários, Valentina e Paratibe



Fonte: Próprio autor, adaptado do “Mapa das Comunidades” elaborado pela PMJP, 2023.

De acordo com os dados obtidos por Lamberty e Mendonça (2019), na classificação de Muito Alto Risco constatou-se realização de cortes e aterros para acomodar as moradias, além de descarte de resíduos de forma irregular, vazamento de águas servidas e ausência de mecanismos de drenagem e de sistema de esgotamento sanitário. Esses setores apresentaram um histórico de deslizamentos de massa, Figura 42, existência de erosão e patologias nas residências, como rachaduras e indícios de recalque no solo.

Figura 42 – Casas danificadas por movimentos de massas passados no bairro São José



Fonte: Lamberty e Mendonça, 2019.

Figura 43 – Encosta íngreme com histórico de deslizamento no bairro do Roger



Fonte: Lamberty e Mendonça, 2019.

Figura 44 – Lançamento de lixo na face do talude do bairro do Roger



Fonte: Lamberty e Mendonça, 2019.

Já para classificação de Alto Risco, constatou-se a realização de cortes e aterros para acomodar as moradias, além da existência de árvores de grande porte e de bananeiras, ou de outro porte, apresentando inclinação. Observou-se também a ausência de mecanismos de drenagem e de sistema de esgotamento sanitário, ou presença de fossas sépticas. Somado a isso, havia o descarte de resíduos de forma irregular e vazamento de águas servidas. Esses setores apresentaram um histórico, ou potencial, de deslizamentos de massa, muros “embarrigados” e existência de processos de erosão, Figura 45 e 46.

Figura 45 – Casa de alvenaria sobre crista de talude de corte verticalizado no bairro de Mangabeira



Fonte: Lamberty e Mendonça, 2019.

Figura 46 – Pequenos sinais erosivos e árvores inclinadas no bairro de Mangabeira



Fonte: Lamberty e Mendonça, 2019.

Oliveira (2020) levantou os dados obtidos por Lamberty e Mendonça (2019), abordando os percentuais de cada fator que influenciam na movimentação de massa mediante a ação antrópica, como pode ser visto na Tabela 4. Esses fatores são relevantes para a avaliação das áreas de risco, ou seja, para a primeira etapa da gestão de risco de movimento de massa: a prevenção e a mitigação.

Tabela 5 - Percentual dos fatores que influenciam na movimentação de massa mediante a ação antrópica

Setores de Muito Alto Risco (Total=19)

Fatores	Percentual (%)
Execução de corte	68,4
Execução de aterro	5,3
Execução de corte e aterro	15,8
Ausência de esgotamento sanitário	21,05
Ausência de drenagem	63,2
Descarte irregular de lixo	31,6
Lançamento de águas servidas	42,1
Histórico de deslizamentos	94,7
Presença de feições erosivas	26,3
Danos estruturais em residências	15,8
Presença de trincas de cisalhamento no solo	5,3

Setores de Alto Risco (Total=29)

Fatores	Percentual (%)
Execução de corte	37,9
Execução de aterro	13,8
Execução de corte e aterro	37,9
Presença de bananeiras e/ou árvore de grande porte	13,8
Ausência de esgotamento sanitário e presença de fossa	17,2
Ausência de drenagem	72,4
Descarte irregular de lixo	27,1
Lançamento de águas servidas	34,5
Presença de árvores inclinadas ou deformações na vegetação	17,2
Histórico de deslizamentos	82,8
Potencial para a ocorrência de deslizamentos futuros	17,2
Presença de feições erosivas	44,8
Muros embarrigados	6,9
Danos estruturais em residências/Presença de trincas de cisalhamento no solo	0

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, de acordo com dados de Oliveira (2020)

5.5.1 Avaliação do histórico de eventos passados

A pesquisa realizada pelo Serviço Geológico do Brasil da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM/SGB) relata a ocorrência de 76 deslizamentos de massa na cidade de João Pessoa, dentre os quais a Defesa Civil de João Pessoa conseguiu localizar 68. A distribuição encontra-se exposta na Tabela 6.

Tabela 6 - Número de eventos de deslizamentos, por bairro, ocorridos em João Pessoa-PB entre 1983 e 2016

Bairro	Número de eventos de deslizamentos	Percentual (%)
Trincheiras	13	19,12
Castelo Branco	9	13,24
Cabo Branco	8	11,77

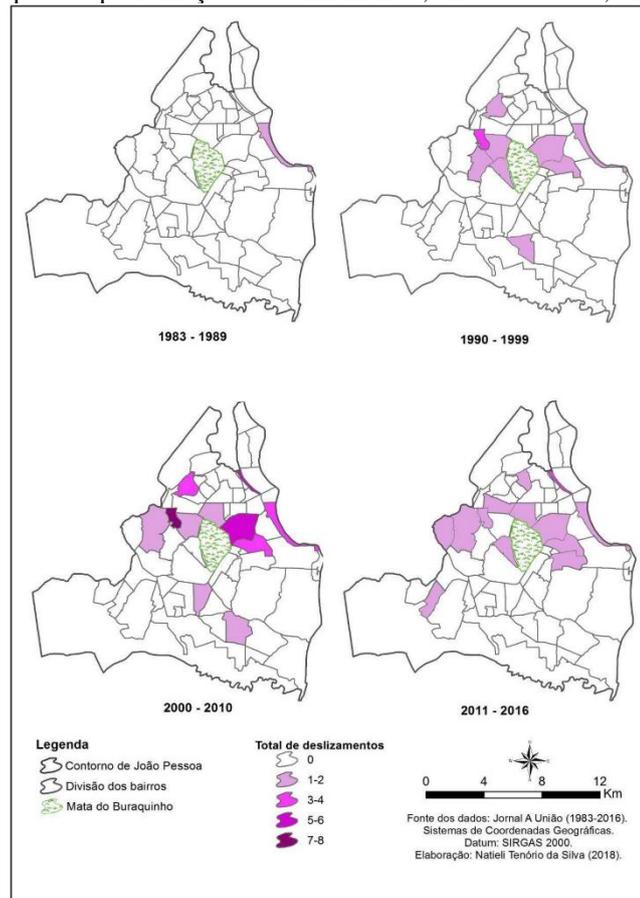
Bairro	Número de eventos de deslizamentos	Percentual (%)
São José	8	11,77
Bancários	5	7,35
Roger	4	5,88
Jaguaribe	3	4,41
Varjão	3	4,41
Alto do Mateus	2	2,94
Ernesto Geisel	2	2,94
Ilha do Bispo	2	2,94
Torre	2	2,94
Centro	1	1,47
Cruz das Armas	1	1,47
Bairro das Indústrias	1	1,47
Jardim Cidade Universitária	1	1,47
Mandacaru	1	1,47
Planalto de Boa Esperança	1	1,47
Valentina Figueiredo	1	1,47
Total	68	100

Fonte: Defesa Civil de João Pessoa-PB, a partir de dados de Silva (2018)

Mediante os dados acima, constatou-se que os bairros Trincheiras, Castelo Banco, Cabo Branco, São José, Bancários e Roger foram os mais afetados por deslizamentos de massa no período entre 1983 e 2016. O Alto do Mateus, embora não esteja necessariamente entre os bairros que registraram maior número de ocorrências, a Defesa Civil de João Pessoa o inclui como um dos bairros que mais sofrem com deslizamentos e erosão.

A Figura 47 apresenta um mapa, elaborado por Silva (2018), o que mostra a distribuição geográfica dos deslizamentos ocorridos em João Pessoa no período de 1983 a 2016.

Figura 47– Mapa de espacialização de deslizamentos, em João Pessoa, entre 1983 e 2016

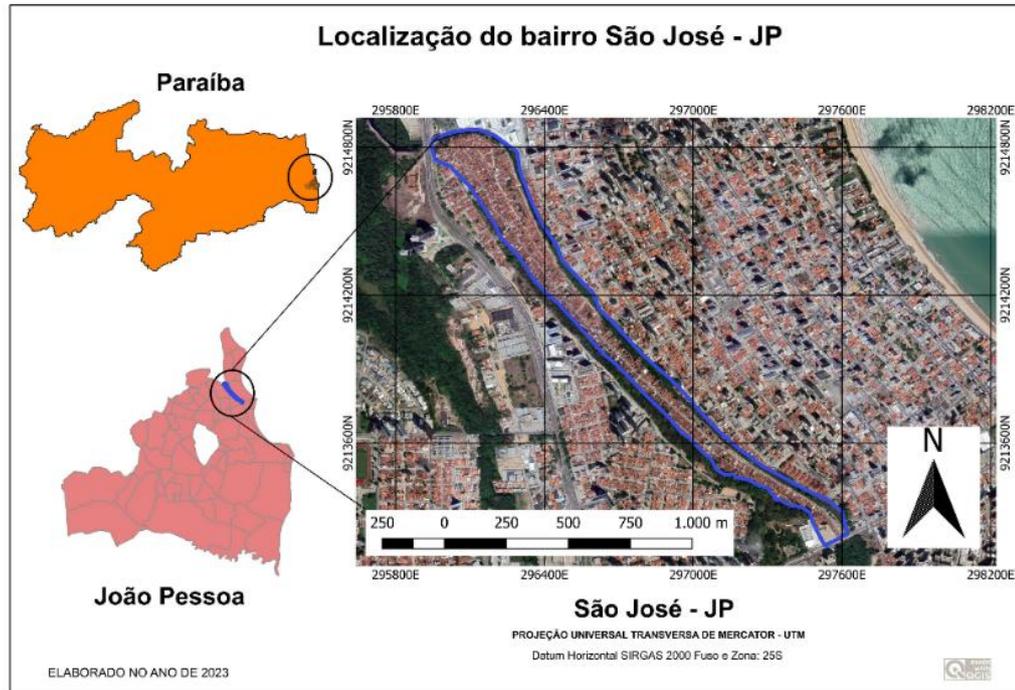


Fonte: Silva, 2018.

Durante a análise de Silva (2018), verificou-se que o bairro do Cabo Branco foi o mais atingido, com 57,89% do total de mortes registradas. Em seguida, o bairro São José contabilizou 31,58% dos casos. No bairro do Cabo Branco, foram identificados dois tipos de danos: perdas de vidas humanas e feridos, além de ocorrências de destruição. Já no bairro São José, observaram-se danos tanto em termos humanos quanto materiais, incluindo perdas de vidas humanas, pessoas ou famílias desabrigadas e danos materiais em diversas categorias. No que diz respeito ao número de pessoas desabrigadas no bairro São José, contabilizou-se 82,83%.

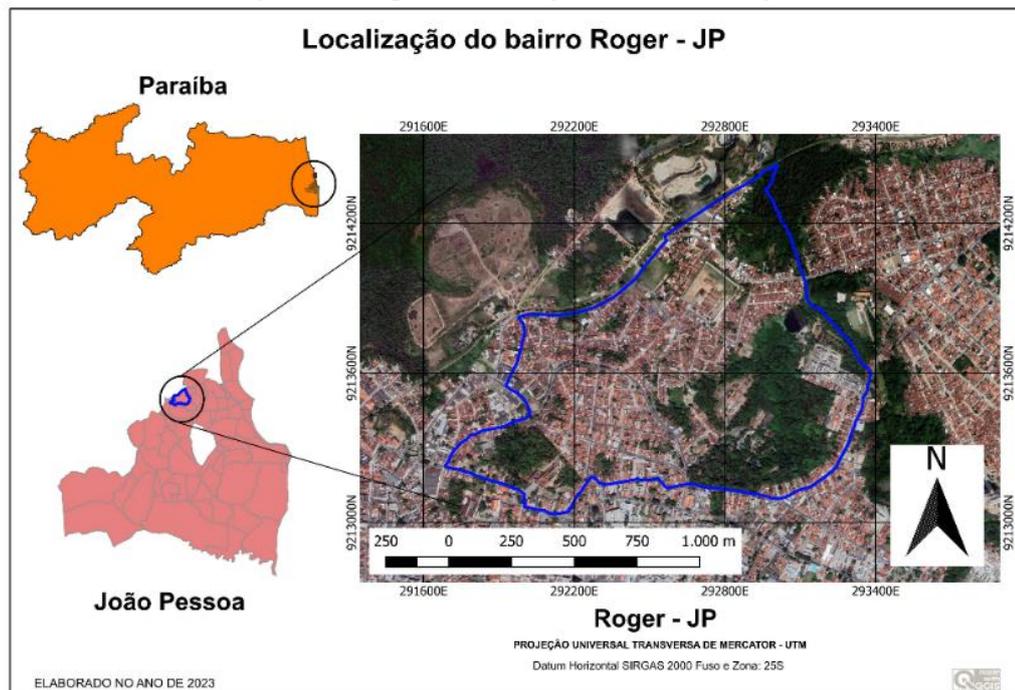
De acordo com a Defesa Civil do município, entre os seis bairros com maior histórico de deslizamentos, o bairro São José, Figura 48, e o bairro do Roger, Figura 49, destacam-se por apresentar residências localizadas no pé do talude, o que agrava o risco de perda de vidas humanas. Além disso, mesmo que o bairro do Alto do Mateus, Figura 50, não esteja entre os seis primeiros com maior histórico, a Defesa Civil o considera como um bairro crítico, visto que a população residente nessa área não oficializa as ocorrências de deslizamentos, mascarando o verdadeiro histórico desses eventos no local.

Figura 48 – Mapa de localização do bairro São José



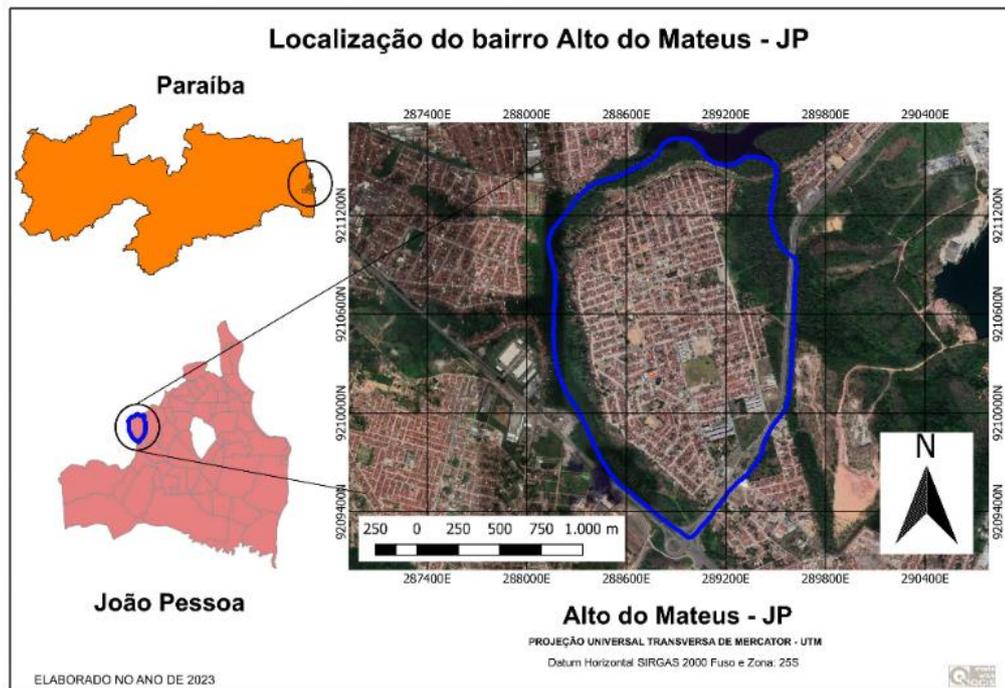
Fonte: Próprio autor.

Figura 49– Mapa de Localização do bairro do Roger



Fonte: Próprio autor.

Figura 50 – Mapa de Localização do bairro do Alto do Mateus



Fonte: Próprio autor.

Diante dos dados obtidos por meio da Defesa Civil de João Pessoa, os bairros do São José, Alto do Mateus e Roger, atualmente são as regiões que necessitam de maior atenção para gestão de risco de movimentação de massa, decorrentes da vulnerabilidade em que seus habitantes se encontram.

5.5.2 Análise da suscetibilidade

A análise representa uma abordagem qualitativa utilizada na avaliação do risco de deslizamentos de massa. Essa técnica se baseia na análise da morfologia do terreno, história geológica, tipo de vegetação, inclinação do terreno, tipo de solo, entre outros, visando a identificar áreas que apresentam maior suscetibilidade a deslizamentos.

Como etapa da pesquisa, foram realizadas visitas às regiões com histórico de maior incidência de deslizamentos, constatando-se que o bairro de São José apresenta grande suscetibilidade a esse tipo de evento. Encontrou-se uma trinca no solo no topo da encosta, Figura 51, a qual, por meio de imagens de satélites do Google Earth, pode-se ver a evolução entre os anos de 2015 e 2022, Figura 52. Além disso, constatou-se a presença de árvores de grande porte na região da trinca, Figura 53.

Figura 51 – Trinca no talude do bairro São José



Fonte: Próprio autor.

Figura 52 – Evolução da trinca no talude do bairro São José



Fonte: Google Earth, adaptado pelo autor.

Figura 53 – Presença de árvores de grande porte na região da trinca



Fonte: Próprio autor

Ademais, existe uma cicatriz no talude, indicando a ocorrência de um deslizamento de massa no passado, Figura 54.

Figura 54 – Cicatriz de deslizamento no bairro São José



Fonte: Governo da Paraíba, 2021.

Outro bairro de grande suscetibilidade é o Alto do Mateus, onde pode-se observar a presença de barreiras íngremes, com ausência de vegetação e acentuada erosão, Figura 55. Além disso, o descarte de lixo ao longo da face do talude contribui para a movimentação de massa, Figura 56.

Figura 55 – Encosta do bairro Alto do Mateus em processo de erosão



Fonte: Próprio autor.

Figura 56 – Descarte de lixo no talude do bairro do Alto do Mateus



Fonte: Próprio autor.

Já nas visitas realizadas ao bairro do Roger, constatou-se a presença de uma trinca no talude de acesso ao bairro, visto na Figura 57 e Figura 58. Observou-se, ainda, um relevo com inclinação acentuada, Figura 59, além da presença de água minando nas encostas, Figura 60. Somado a isso, a execução de cortes no perfil da barreira.

Figura 57 – Trinca no talude do bairro do Roger em 2021



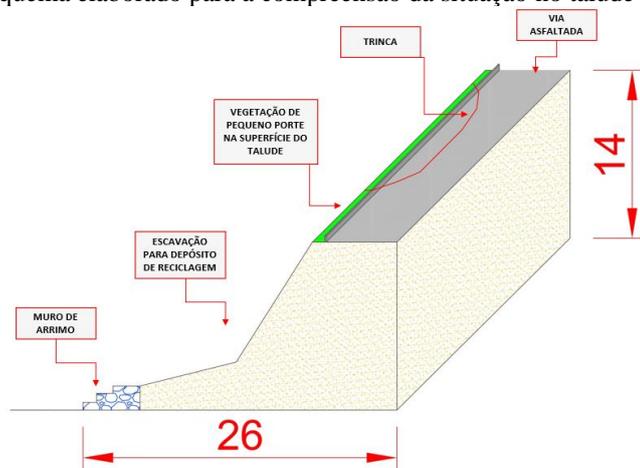
Fonte: Próprio autor.

Figura 58 – Trinca no talude do bairro do Roger em 2022



Fonte: Próprio autor.

Figura 59 – Esquema elaborado para a compreensão da situação no talude do bairro do Roger



OBSERVAÇÃO: VIA ASFALTADA COM TRÁFEGO DE VEÍCULOS DE GRANDE PORTE, EMBORA PROIBIDO.

Fonte: Próprio autor.

Figura 60 – Água minando do talude do Roger



Fonte: Próprio autor.

5.5.3 Análise da Vulnerabilidade

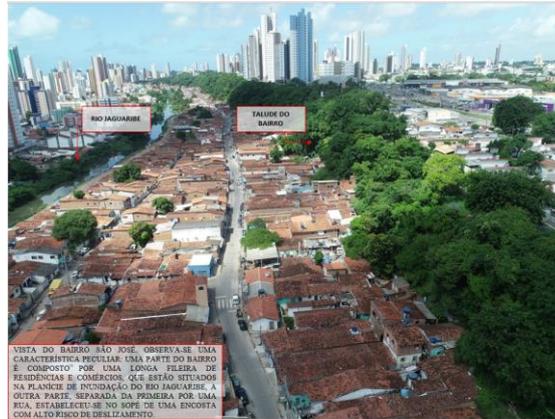
A avaliação do risco de desastres por movimentação de terra inclui o estudo da vulnerabilidade, que está relacionada à suscetibilidade de uma área específica a um determinado perigo. Segundo Mendonça (2008), em contextos urbanos, é importante destacar que as vulnerabilidades estão distribuídas de forma territorial, ou seja, cada local na cidade possui as suas próprias características que determinam o seu nível de vulnerabilidade e orientam as medidas preventivas diante dos perigos existentes.

A avaliação precisa ser conduzida no local, uma vez que, como mencionado anteriormente, a vulnerabilidade é resultado de condições insatisfatórias relacionadas aos aspectos físicos, ambientais, sociais, econômicos, políticos, culturais e outros, em relação à ocorrência de um evento adverso específico. No trabalho de Soares e Pereira (2017), é apresentado de maneira objetiva os pesos e parâmetros para a classificação de áreas de risco de deslizamento de massa, adaptada a partir da classificação proposta pelo Ministério das Cidades, explicitado no Apêndice -A.

O bairro do São José é considerado o mais vulnerável do município, caracterizado por domicílios com condições sanitárias precárias e baixa renda per capita (AZEVEDO, 2020). Durante as visitas ao bairro, observou-se uma característica marcante: uma extensa linha de construções precárias que não apenas estão expostas a um único tipo de risco, mas sim a uma combinação de dois tipos de risco — deslizamento de massa e inundação —, que podem ser desencadeados por chuvas intensas e/ou precipitação acumulada na região. De fato, uma parte significativa da comunidade é composta por uma longa fileira de residências e comércios, que estão situados na planície de inundação do Rio Jaguaribe. A outra parte, separada da primeira

por uma rua, estabeleceu-se no pé de uma encosta com risco de deslizamento, principalmente na região onde se encontra a trinca, Figura 61 e Figura 62.

Figura 61 – Vista do bairro São José através de sobrevoo de drone



Fonte: Próprio autor.

Figura 62 – Região de potencial deslizamento vista através do sobrevoo de drone



Fonte: Próprio autor.

A configuração peculiar do São José contribui para a vulnerabilidade do bairro e ressalta a importância de medidas de gerenciamento de risco específicas para a área, considerando as diferentes ameaças existentes e visando salvaguardar a segurança e o bem-estar da população local.

Azevêdo (2020) também cita o bairro do Alto do Mateus como uma região de alta vulnerabilidade, localizado a oeste da cidade de João Pessoa-PB. Como análise dessa vulnerabilidade, realizou-se visitas ao local citado, onde foi observado o cenário de construções de casas de baixa qualidade construtiva nas encostas íngremes do bairro, com plantação de pés de bananeiras nos quintais e em proximidade ao lançamento de lixos, Figura 63, o que potencializa a ocorrência de desastres por movimento de massa, uma vez que a presença desses elementos nas encostas compromete a estabilidade do terreno.

Figura 63 – Pés de bananeira e lançamento de lixo no talude do bairro Alto do Mateus



Fonte: Próprio autor.

Quanto ao Roger, na parte mais baixa do bairro, Baixo Roger, apresenta-se edificações de baixo padrão construtivo, não só no topo, mas também ao longo e ao pé dos taludes, Figura 64 e Figura 65, elevando a vulnerabilidade das pessoas que moram nessas áreas.

Figura 64 – Casa em risco na proximidade do Talude no bairro do Roger



Fonte: Próprio autor.

Figura 65 – Casa construída de modo irregular no talude no bairro do Roger



Fonte: Próprio autor.

5.6 GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

Abrange ações de planejamento urbano, monitoramento, prevenção e preparação. A implementação de políticas públicas de gestão de risco de movimentação de massas requer a integração de diferentes setores e a participação ativa da sociedade, visando a garantir a segurança e o desenvolvimento sustentável da cidade.

A gestão de risco de movimento de massa em João Pessoa é feita, em grande parte, por meio da Defesa Civil do município, criada pela Lei Municipal 12.644, de 24 de setembro de 2013. A estrutura local de Defesa Civil possui a autoridade legal para apoiar o Poder Executivo Municipal nas atividades de gestão de riscos, especialmente no que diz respeito à proteção da comunidade e na preparação adequada para lidar com os problemas resultantes de desastres.

A Prefeitura Municipal de João Pessoa, por meio da Defesa Civil, desenvolveu o Plano de Contingência Municipal de Proteção e Defesa Civil (PLAMCON) com o objetivo de estabelecer diretrizes estratégicas para a prevenção e resposta a emergências durante o período chuvoso. Essa iniciativa, que conta com o apoio da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), atualmente integrada ao Ministério da Integração Nacional (MI), busca implementar procedimentos efetivos para proteger a população e minimizar os impactos causados pelas condições climáticas adversas, apresentando medidas preventivas e operacionais que visam a garantir uma resposta rápida e eficiente diante de situações de risco, fortalecendo, assim, a capacidade de gestão de desastres do município de João Pessoa.

Durante a vigência do estudo, é realizado o contato direto com a Defesa Civil Municipal, coletando informações pertinentes relacionadas a este tópico do trabalho, assim como o estreitamento da comunicação ente o órgão em questão e a Universidade Federal da Paraíba, sendo possível tanto o conhecimento das táticas de gestão de risco de movimento de massa em encostas quanto a aplicação de novas estratégias.

5.6.1 Principais estratégias de prevenção e mitigação na gestão de risco de deslizamento de massa adotadas na região

A Defesa Civil da cidade de João Pessoa adota diversas estratégias para a gestão de risco de deslizamento de massa. Especificamente para esse tipo de risco, uma das principais ações é a interdição de casas localizadas em taludes que apresentam sinais de recalque ou pontos minando água, como exemplificado na Figura 66, associado à retirada da família da situação de

risco e inclusão em auxílio social. Essas ações ocorrem de acordo com a Lei Municipal 12.644, de 24 de setembro de 2013, que estabelece as diretrizes para a proteção e defesa civil no município.

Figura 66 – Casa em situação de risco do bairro de Trincheiras-JP/PB



Fonte: Próprio autor.

Outra estratégia adotada é o programa João Pessoa Sustentável, realizado pela Prefeitura Municipal e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), que visa a atender às comunidades em risco do complexo Beira Rio as quais estão divididas por setores, Figura 67. De acordo com a Prefeitura de João Pessoa, esse programa tem como objetivo implementar ações de prevenção e mitigação de desastres, incluindo o risco de deslizamento de massa, por meio de projetos de infraestrutura e de educação ambiental.

Figura 67 – As oito comunidades incluídas no programa João Pessoa Sustentável



Fonte: Prefeitura Municipal de João Pessoa, 2020.

Além disso, o projeto de extensão da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) sobre "Mapeamento de Risco e Educação Ambiental" também contribui para a gestão de risco de deslizamentos. Esse projeto auxilia a Defesa Civil na primeira etapa da gestão de risco de desastres, que envolve a prevenção e mitigação, fornecendo informações e mapas de risco sobre áreas estudadas. Neste estudo, especificamente, foram mapeados o bairro São José, Alto do Mateus e Roger, devido às análises de suscetibilidade e de vulnerabilidade, presentes no Tópico 3.3.

Ademais, ainda por meio da parceria da Defesa Civil com a UFPB, no bairro São José, devido ao alto histórico de deslizamentos e percepção de evolução de uma trinca na encosta do bairro, foi realizada a instrumentação, por meio de um fissurômetro, Figura 68, possibilitando sucessivas medições para o acompanhamento da movimentação de terra durante o período de maior intensidade pluviométrica na cidade de João Pessoa- PB, o qual é corresponde aos meses de abril a julho.

Figura 68 – Instrumentação para o acompanhamento da movimentação de terra no talude do São José



Fonte: Próprio autor.

5.6.2 Principais estratégias de preparação na gestão de risco de movimento de massa adotadas na região

5.6.2.1 Tecnologias utilizadas para o monitoramento geotécnico e previsão de deslizamentos de massa na cidade

A Defesa Civil de João Pessoa utiliza-se de tecnologias para o monitoramento geotécnico e a previsão de deslizamentos de massa. Uma dessas tecnologias é o recebimento de dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Esses dados são classificados em diferentes

cores, como vermelho, laranja e amarelo, para indicar os níveis de risco e alerta em relação aos deslizamentos de massa.

Além disso, destaca-se a parceria entre a Defesa Civil municipal e a UFPB, por meio do programa computacional "Alerta de Deslizamentos", desenvolvido por Silva (2021), o qual utiliza os alertas do CEMADEN como base. Esse programa auxilia na previsão e no monitoramento dos deslizamentos de massa, fornecendo informações importantes para a Defesa Civil tomar medidas preventivas e adotar ações de resposta adequadas, Figura 69. Por meio dessa ferramenta, é possível acompanhar em tempo real as áreas de maior risco da cidade e receber alertas sobre possíveis deslizamentos, contribuindo para a segurança da população.

Figura 69 – Exemplo de alerta enviado por e-mail de forma automática



Fonte: Silva, 2021.

Essas tecnologias, aliadas aos dados fornecidos pelo Cemaden e pelo INMET, possibilitam um monitoramento mais eficiente das condições geotécnicas e da previsão de deslizamentos de massa em João Pessoa. Com base nessas informações, a Defesa Civil pode tomar medidas proativas, como a evacuação preventiva de áreas de risco e o acionamento de planos de contingência, visando a proteger a vida e o patrimônio da população.

5.6.2.2 Iniciativas de educação e conscientização da população sobre os riscos de deslizamentos de massa na cidade

O GEGEO/UFPB, por meio do Projeto de Extensão “Mapeamento de Risco e Educação Ambiental”, tem promovido iniciativas de educação e conscientização da população sobre os riscos de deslizamentos de massa. Essas ações desempenham um papel fundamental na disseminação de conhecimentos e na conscientização das comunidades em áreas de risco de movimentação de massa.

Uma das estratégias adotadas é a realização de palestras de educação ambiental, com o objetivo de informar e sensibilizar a população sobre os perigos e as medidas preventivas relacionadas aos deslizamentos de massa. Essas palestras são ministradas pelos discentes da UFPB, que compartilham informações relevantes sobre os fatores de risco, os sinais de alerta e as medidas de autoproteção que devem ser adotadas pelas comunidades.

Essa abordagem educativa busca conscientizar os moradores sobre a importância de conhecer e compreender os riscos associados aos deslizamentos de massa, a fim de que possam agir de forma proativa e tomar medidas preventivas. Além disso, as palestras também visam a incentivar a participação ativa da população na construção de uma cultura de prevenção e no desenvolvimento de práticas seguras em suas comunidades.

Essas iniciativas de educação e conscientização, realizadas nas escolas dos bairros localizados em áreas de risco, desempenham um papel fundamental na redução dos riscos de deslizamentos de massa em João Pessoa-PB. Ao empoderar os moradores com conhecimentos e informações adequadas, é possível criar uma maior consciência coletiva sobre os riscos e, assim, promover uma cultura de segurança e prevenção em relação a esses eventos naturais.

5.6.2.3 Mapa de Contingência e Plano de Gestão de riscos de deslizamentos de massa na cidade

A Defesa Civil de João Pessoa conta com um Plano de Contingência, o qual é um documento elaborado internamente, estabelecendo diretrizes, procedimentos e ações a serem adotadas como prevenção e mitigação, e em casos de desastres. Esse plano objetiva garantir uma resposta rápida e eficiente, visando à proteção da população e à redução de danos, inclusive aqueles decorrentes de deslizamentos de massa.

No entanto, neste referente estudo, de forma mais específica, será elaborado um mapeamento de contingência, o qual indica, por meio de um mapa, as ações específicas a serem

tomadas em caso de ocorrência de um movimento de massa, como medidas de resposta imediata, recursos necessários, rotas de acesso/evacuação, abrigo, ponto de apoio, comunicação de emergência, entre outros aspectos relevantes, com base na análise de riscos e nas informações obtidas durante as etapas anteriores do processo de gestão de risco de movimento de massa na cidade de João Pessoa-PB.

Além disso, será elaborado um plano de gestão de risco de movimento de massa, no qual será encontrado os passos para o gerenciamento de risco desses eventos na cidade, de modo a orientar a administração pública por meio de medidas de como prevenir e mitigar os riscos relacionados a deslizamentos de terra, desmoronamentos e a outros eventos de movimento de massa na cidade de João Pessoa. Esse plano busca garantir a segurança da população, a preservação do patrimônio e a redução dos impactos causados por esses eventos.

6 RESULTADOS

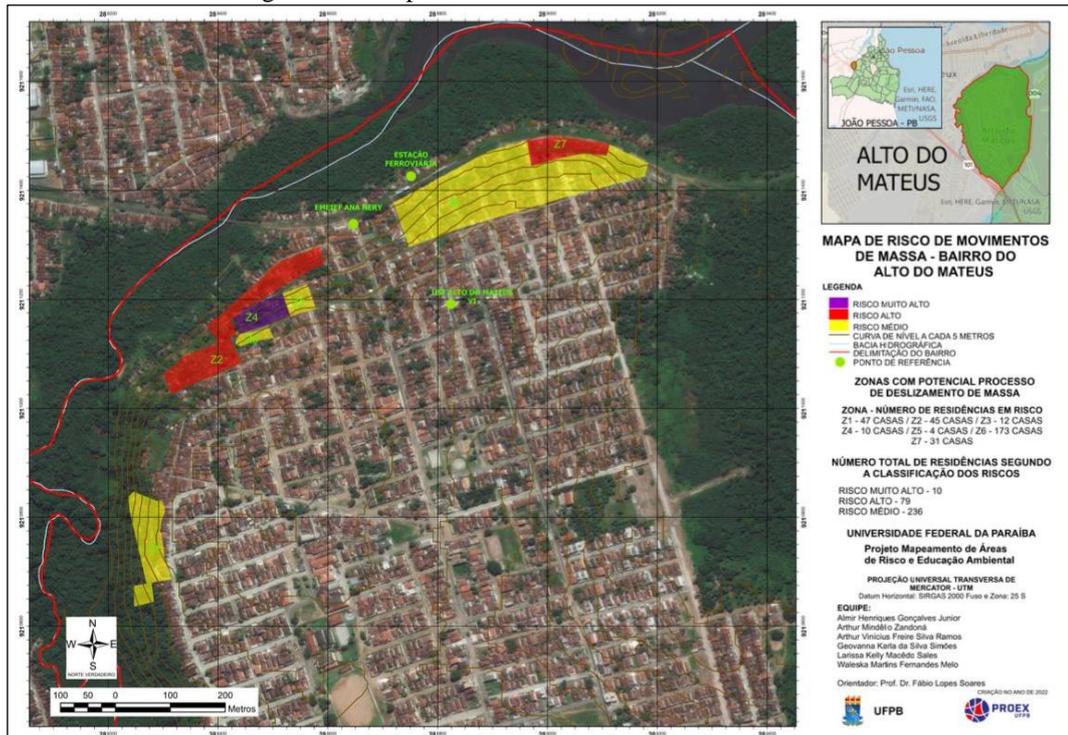
O estudo sobre a gestão de risco de movimento de massa na cidade de João Pessoa apresentou resultados significativos, contribuindo para o aprimoramento das estratégias de prevenção, mitigação e preparação desses eventos. Esses resultados demonstram a importância da união de diferentes instituições para gestão de risco de movimento de massa eficiente. As ações implementadas, como o mapeamento de risco, a educação ambiental, a instrumentação geotécnica, o treinamento da equipe da Defesa Civil e a elaboração do plano de gestão e mapa de contingência, contribuem para a redução dos impactos e para a promoção de uma cidade mais resiliente diante de desastres naturais.

6.1 ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO

Realizou-se o mapeamento de risco dos bairros São José, Alto do Mateus e Roger, utilizando-se a metodologia do Ministério das Cidades e dos dados do zoneamento dos bairros, classificando as zonas por meio de parâmetros e pesos, baseado na atribuição criada por Campos (2011), e adaptada por Soares e Pereira (2017).

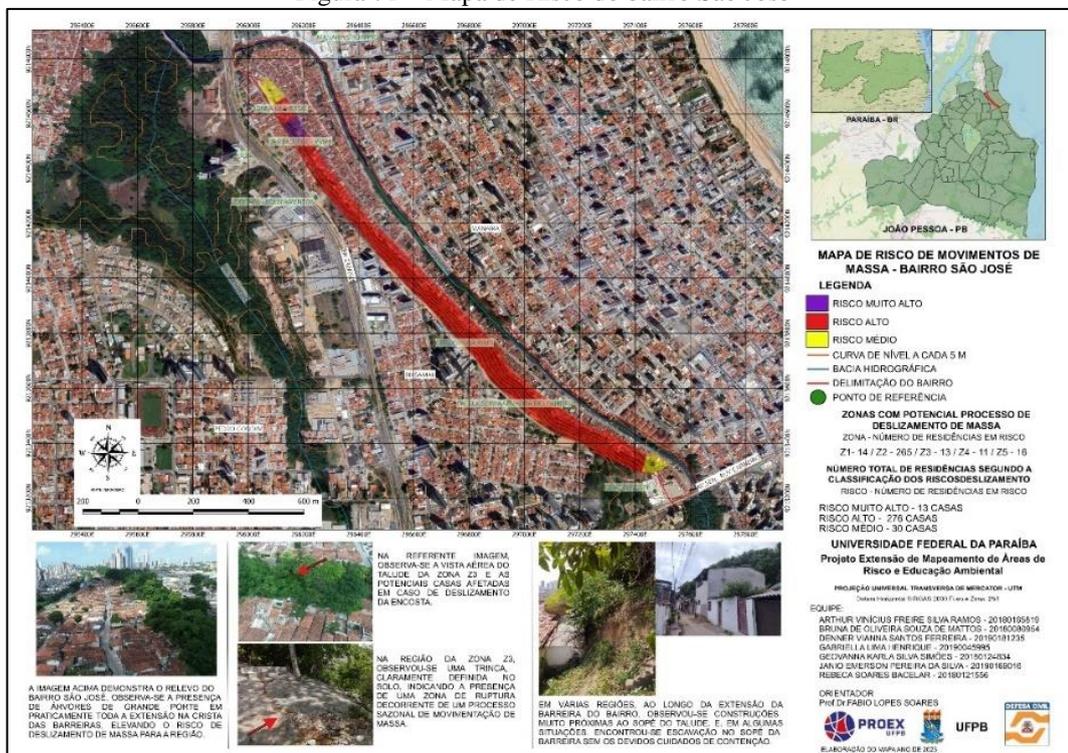
Posteriormente, foi comparado os mapas de risco dos bairros, Figura 70, Figura 71 e Figura 72, com os dados obtidos Lambert e Mendonça (2019) por meio do Serviço Geológico do Brasil da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM/SGB), confirmando as áreas mais suscetíveis a deslizamentos de massa. Essa análise permitiu visualizar as regiões de maior vulnerabilidade, auxiliando na tomada de decisões para a gestão preventiva e a adoção de medidas adequadas.

Figura 70 – Mapa de Risco do Bairro do Alto do Mateus



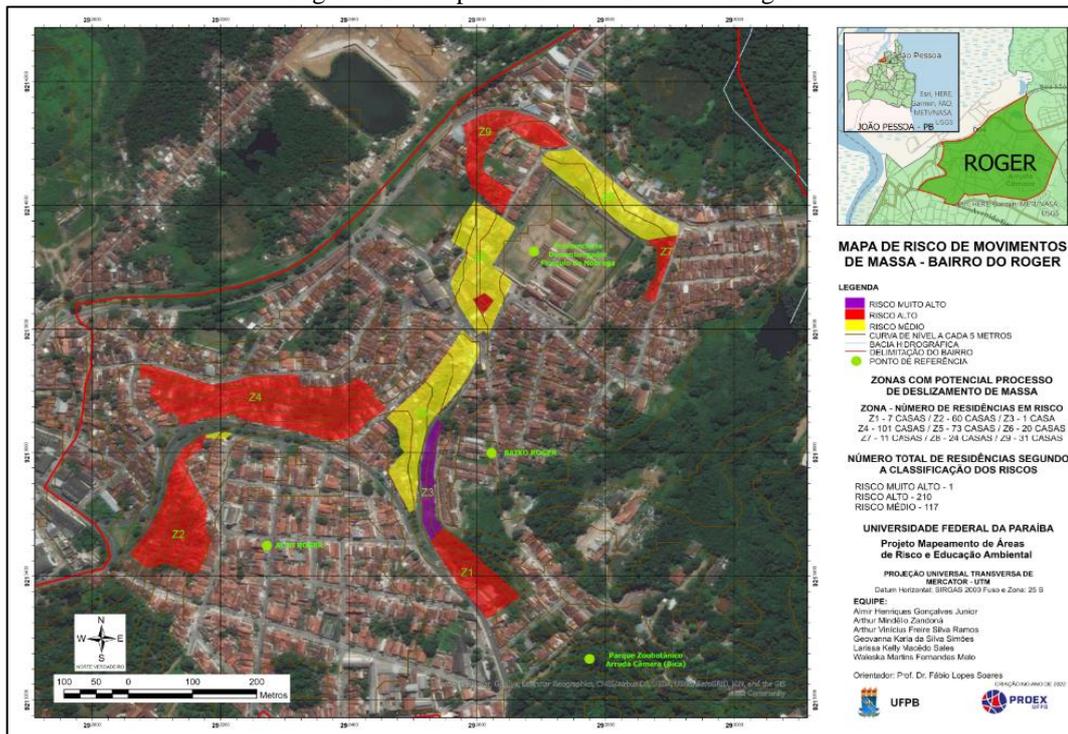
Fonte: PROEX/UFPA, 2021.

Figura 71 – Mapa de Risco do bairro São José



Fonte: PROEX/UFPA, 2023.

Figura 72 – Mapa de Risco do Bairro do Roger



Fonte: PROEX/UFPB 2021.

Ademais, no bairro São José, a instrumentação para o acompanhamento do talude durante o tempo da pesquisa não apresentou deslocamento visível a olho nu, Figura 73. No entanto, a Defesa Civil de João Pessoa foi orientada a dar continuidade ao monitoramento, visto que é importante para compreender a evolução do fenômeno e subsidiar ações preventivas, como a interdição de áreas em risco iminente.

Figura 73 - Fissura com 2 cm ainda sem deslocamento visível



Fonte: Próprio autor

O treinamento da equipe técnica da Defesa Civil de João Pessoa para a utilização do programa computacional "Alerta de Deslizamentos", desenvolvido por Silva (2021), foi outro

resultado relevante. Essa divulgação permitiu que a equipe conhecesse o programa para o utilizar como ferramenta de monitoramento e previsão de deslizamentos de massa, sendo possível tomar decisões embasadas em informações atualizadas, melhorando a capacidade de resposta da Defesa Civil diante de situações de risco, Figura 74.



Fonte: Próprio autor.

6.2 ESTRATÉGIAS DE PREPARAÇÃO

Foram implementadas medidas de preparação para resposta como as ações de educação ambiental nos referidos bairros, com o objetivo de conscientizar a população sobre os riscos associados ao movimento de massa. Por meio de palestras, distribuição de cartazes, cartilhas educativas e jogos da memória, Anexo E e Anexo F respectivamente, foram transmitidos conhecimentos sobre autoproteção, ocupação segura das áreas e adoção de medidas preventivas e mitigadoras voltadas para os fatores de suscetibilidade encontrados em cada bairro. Essa iniciativa teve como resultado o alcance de cerca de 232 crianças e adolescentes, 60 do São José, 65 do Alto do Mateus e 107 do Roger, aumentando a consciência em relação aos riscos e à adoção de práticas mais seguras, Figura 75, Figura 76 e Figura 77.

Figura 75 – Educação Ambiental no bairro do Roger



Fonte: Próprio autor, PROEX/UFPB, 2021.

Figura 76 – Educação Ambiental no bairro do Roger



Fonte: Próprio autor, PROEX/UFPB, 2021.

Figura 77 - Educação Ambiental no bairro do Alto do Mateus



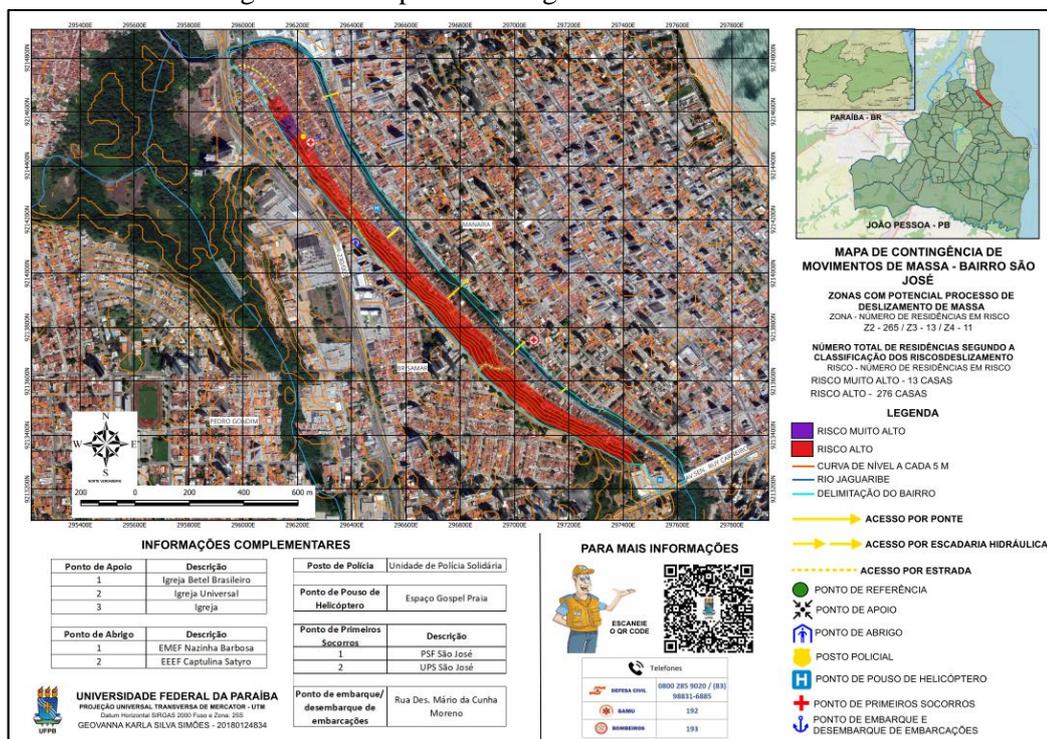
Fonte: Próprio autor, PROEX/UFPB, 2021.

Por fim, foram elaborados um plano de gestão para a cidade de João Pessoa-PB e um mapa de contingência específico para o gerenciamento de risco de movimento de massa do São José, Figura 78 e Apêndice B, devido ao histórico de deslizamento de massa e à localização do bairro. O plano contempla tópicos de medidas preventivas e estratégias de gestão para lidar com

a ocorrência de deslizamentos, visando orientar as decisões e direcionar os esforços das autoridades e demais envolvidos na prevenção e resposta a esse tipo de evento.

Já no mapa de contingência, contém procedimentos operacionais tanto para intervenção de mitigação quanto para o enfrentamento de deslizamentos de massa, visando a reduzir os danos e a garantir a segurança da população. A sua elaboração foi embasada em estudos e análises realizadas durante a realização do estudo, considerando as particularidades geográficas e socioeconômicas do bairro.

Figura 78 – Mapa de contingência do bairro São José



Próprio autor.

O mapa de contingência do bairro São José apresenta ícones que indicam pontos de apoio, abrigo, polícia, primeiros socorros e pouso de helicóptero. Além disso, indica-se os meios de acesso ao bairro, como o Rio Jaguaribe, as escadarias hidráulicas e as estradas, assim como os telefones úteis para o caso de deslizamento. Por meio de um QRcode, há a possibilidade de acesso ao plano de gestão com as medidas de preparação e mitigação para evitar o deslizamento da região, Apêndice-C, e à cartilha educativa utilizada na educação ambiental.

7 LIMITAÇÕES E BARREIRAS

Durante o estudo, uma limitação significativa foi encontrada em relação ao acesso às casas localizadas no pé de certos taludes da cidade, devido à densa concentração de casas. Essa restrição de acesso às residências situadas próximas aos taludes afetou a capacidade de obter informações detalhadas sobre as condições das estruturas e o potencial risco geotécnico associado. Esforços alternativos foram realizados para abordar a limitação e garantir a abrangência do estudo, buscando informações disponíveis por meio de outras fontes confiáveis e utilizando técnicas de análise remota, como o Google Earth e drone, sempre que possível.

Além disso, o estudo se baseia em informações socioeconômicas e espaciais disponíveis em bases de dados e na literatura científica. No entanto, é importante destacar que esse processo possui algumas limitações. Por exemplo, os dados e as informações presentes nessas fontes podem estar desatualizados ou incompletos. É o caso de algumas áreas, como os bairros de Jacarapé e da Penha, que podem não possuir dados disponíveis devido a serem mais recentes e não constarem no último Censo Demográfico realizado em 2010, sendo difícil identificar a existência de zonas de risco de movimentação de massa.

A utilização de informações disponíveis em trabalhos científicos e documentos públicos limita a análise dos cenários futuros locais, como a falta de dados relacionados ao padrão de expansão urbana e ao planejamento de ampliação da zona urbana do município. Além disso, é importante ressaltar que, devido às limitações de dados, é recomendável complementar e atualizar periodicamente as avaliações de suscetibilidade e vulnerabilidade através de mais visitas de campo nos bairros da cidade, mesmo aqueles que não estejam entre os que mais sofreram deslizamentos de massa nos últimos anos. Dessa forma, novas avaliações de campo podem fornecer uma visão mais abrangente da situação, fortalecendo as bases para a elaboração de novas, e ainda mais eficazes, estratégias de gestão de risco de movimento de massa em João Pessoa-PB.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a análise realizada nesta pesquisa, foi possível responder à pergunta “de que forma a gestão de risco de movimentos de massas pode contribuir para evitar desastres na cidade de João Pessoa-PB?”. Os resultados indicam que João Pessoa-PB, como uma cidade em constante crescimento e de relevância regional como capital, integra uma região metropolitana com desafios sociais e ambientais. Nesse contexto, a avaliação das suscetibilidades e vulnerabilidades relacionados aos movimentos de massa assume um papel fundamental nesse crescimento. Essa análise proporciona uma ferramenta essencial para compreender melhor os fatores de risco presentes e futuros, importantes para a criação de estratégias de gestão desses eventos de deslizamentos de terra.

Após a realização das análises e da elaboração de mapeamento de risco para os bairros julgados como prioritários para a gestão de risco, foi possível entregá-los à Defesa Civil de João Pessoa-PB, conscientizar aos moradores desses bairros e elaborar um mapa de planejamento de contingência para o bairro São José. Ademais, a instrumentação realizada no talude, de movimentação ativa, do bairro do São José, ajudou a monitorar o deslizamento de massa da encosta no período de grande índice pluviométrico na cidade, nos meses de abril e maio. A orientação sobre a continuação do monitoramento por parte da Defesa Civil local é de essencial importância para os meses de junho e julho. Somando a instrumentação ao programa computacional "Alerta de Deslizamentos João Pessoa/PB", é possível obter uma gestão de risco eficiente.

No que diz respeito aos deslizamentos de massa no município como um todo, é importante ressaltar que a geomorfologia da cidade é predominantemente plana. Embora os deslizamentos estejam concentrados em locais específicos do território municipal, é fundamental destacar que eles demandam atenção especial devido à presença de uma população mais vulnerável nessas áreas. Em estudos mais aprofundados, também seria interessante incluir indicadores relacionados às condições construtivas das habitações, objetivando identificar as vulnerabilidades físicas e estruturais que podem influenciar a intensidade dos movimentos de massa.

Para otimizar a atuação da Defesa Civil, é recomendável estabelecer um sólido plano de carreira que incentive a equipe técnica a se dedicar à pesquisa, permitindo que atuem de maneira preventiva e mitigadora, a fim de evitar, com eficácia, desastres decorrentes de fenômenos como movimentação de massa. Durante as pesquisas para a elaboração deste trabalho, percebeu-se que, por se tratar de cargos eleitorais, o corpo técnico da Defesa Civil é alterado a

cada início de mandato, acarretando prejuízos à continuidade da gestão de risco. Uma sugestão seria a implementação de concursos públicos para os cargos de engenharia na instituição, com o objetivo de garantir que profissionais qualificados construam uma carreira na área e possam se aprofundar em estudos e desenvolver soluções inovadoras, fortalecendo assim a capacidade de resposta da Defesa Civil perante os riscos existentes.

Para pesquisas futuras, sugere-se a realização de estudos mais detalhados e setORIZADOS, abordando questões específicas, como o acesso à informação sobre os riscos de desastres em nível de bairro. Atualmente, não há dados disponíveis sobre esse acesso à informação por parte da população, e essa informação seria valiosa para orientar ações de conscientização e preparação. Além disso, é fundamental incluir a perspectiva e percepção das comunidades locais sobre os riscos, investindo em programas de educação ambiental que promovam a conscientização e a capacitação dos moradores de todas as áreas. Isso permitiria compreender melhor como os indivíduos agem em situações de desastre e se suas atitudes contribuem para aumentar ou mitigar os riscos, além de combater a chamada "cultura do risco" enraizada nessas áreas.

Outra proposta é a realização de um estudo que explore de forma mais aprofundada a governança, relacionado às barreiras de atuação da Defesa Civil de João Pessoa e à articulação entre as diversas instituições da gestão pública local, de modo a compreender as dinâmicas e os desafios enfrentados pelas instituições envolvidas na gestão de risco de movimento de massa, visto que é crucial para fortalecer a capacidade de resposta e tomada de decisões efetivas.

Por fim, é recomendado realizar um estudo de previsão de crescimento urbano para o município de João Pessoa, a fim de propor medidas de planejamento que minimizem ou, até mesmo, eliminem a construção de novas áreas vulneráveis. Isso ajudaria a direcionar o crescimento urbano de forma sustentável, considerando a gestão de risco de movimento de massa como um fator chave na tomada de decisão relacionadas ao desenvolvimento urbano.

REFERÊNCIAS

AZEVÊDO, B. M. L. de. **Índice de vulnerabilidade a desastres relacionados com fenômenos naturais no município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.** 2020. Dissertação. (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br>. Acesso em: 17 abr. 2023.

BARBOSA, T. S. **Geomorfologia urbana e mapeamento geomorfológico do município de João Pessoa – PB, Brasil.** 2015. 115p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Geografia PPGG, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

BEZERRA, Jéssica Maria de Barros. Caracterização da Formação Barreiras da Cidade de João Pessoa com Base em Sondagens SPT e Estudo Geotécnico de uma Encosta com Alto Risco de Deslizamento. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

BRASIL. Decreto nº 10.593, de 24 de dezembro de 2020. Dispõe sobre a organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil e sobre o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Informações sobre Desastres. **Diário Oficial da União**, Brasília, ed. 247, p. 10, 28 dez. 2020. Seção 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.593-de-24-de-dezembro-de-2020-296427343>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a PNPDEC e dispõe sobre o SINPDEC e o CONPDEC. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acesso em: 20 abr. 2021.

CASARIM, Alexandre Humia. **Centro de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED:** parceria entre a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) para uma Política Pública de Redução de Desastres e Aumento da Resiliência. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional em Defesa E Segurança Civil) – Programa de Pós-graduação em Defesa e Segurança Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.

CEPED UFSC – Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Curso de Capacitação em Gestão de Riscos e Desastres.** Florianópolis, 2020.

COUTINHO, Sonia Maria Viggiani; MALHEIROS, Ronaldo; JACOBI, Pedro Roberto; SULAIMAN, Samia Nascimento. Governança e a participação social na Gestão de Riscos e Desastres. In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Caderno Técnico de Gestão Integrada de Riscos e Desastres.** Brasília: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Articulação e Gestão, 2021, p. 122-123.

FERNANDO, Paulo. Comunicação de Risco. **Revista Com Ciência Ambiental**, São Paulo, ano 6, n. 36, p. 342-347, 2011.

FERREIRA, Débora; ALBINO, Lisangela; FREITAS, Mário Jorge Cardoso Coelho. Mapeamento Participativo para a Gestão de Risco de Desastres: Região dos Baús, Ilhota – SC.

Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, n. 69, 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/download/44330/23412/184260>. Acesso em: 9 abr. 2023.

FURRIER, M. **Caracterização geomorfológica e do meio físico da folha João Pessoa – 1:100.000**. 2007. 213 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FURRIER, M.; ARAÚJO, M. E. de; MENESES, L. F. de. Geomorfologia e tectônica da Formação Barreiras no estado da Paraíba. **Revista do Instituto de Geociências – USP**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 61-70, 2006.

FURRIER, M.; VITAL, S. R. O. A formação de dolinas em áreas urbanas: o caso de Cruz das Armas em João Pessoa-PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], v. 1, p. 161-173, 2011.

FURTADO, Janaína *et al.* **Capacitação básica em Defesa Civil**. 2. ed. Florianópolis: CAD UFSC, 2013.

FURTADO, Sylvia Brandão. **Gerenciamento de riscos e redução de acidentes geológicos associados a escorregamentos**. 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

GOOGLE. Google Earth. website. <https://www.google.com/earth/versions/#earth-pro/>, 2023.

GHESEQUIERE, Francis *et al.* **The sendai report: managing disaster risk for a resilient future**. O relatório Sendai: gerenciando riscos de desastres para um futuro resiliente (versão em português). Washington, D.C.: World Bank Group. 2012. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/481351484205353422/O-relatorio-Sendai-gerenciando-riscos-de-desastres-para-um-futuro-resiliente>. Acesso em: 20 abr. 2021.

HENRIQUE, Hugo Manoel. **Mapa de Risco a Deslizamento e Erosão do Bairro de Rurópolis, Município do Ipojuca-PE**. 2014. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

HIGHLAND, L. M.; BOBROWSKY, P. **The Landslide Handbook – A Guide to Understanding Landslides**. Reston, Virginia: U.S. Geological Survey Circular, 2008.

INFANTI JUNIOR, N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de Dinâmica Superficial. *In*: OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (Eds.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. cap. 9, p. 131-152.

LINO, Antonio Geraldo Hiller. **Proteção e Defesa Civil**. Curitiba: Intersaberes, 2018.

LOPES, I. T. P. **Gestão de Riscos de Desastres: integrando os riscos de acidentes industriais à gestão territorial**. 2017. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MARENGO, J.A., E. Alcantara, A.P. Cunha, M. Seluchi, C.A. Nobre, G. Dolif, D. Gonçalves, M. Assis Dias, L.A. Cuartas, F. Bender, A.M. Ramos, J.R. Mantovani, R.C. Alvalá, O.L. Moraes.

Flash floods and landslides in the city of Recife, Northeast Brazil after heavy rain on May 25–28, 2022: Causes, impacts, and disaster preparedness. **Weather and Climate Extremes**. Elsevier, [s. l.], v. 39, 2023.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Caderno Técnico de Gestão Integrada de Riscos e Desastres**. Brasília: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Articulação e Gestão, 2021.

MOREIRA, Thayssa Nery de Barros. **Quem ocupa tem culpa?** Análise sobre o "déficit habitacional" em João Pessoa - PB. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Unesp Centro Universitário, João Pessoa, 2020. Disponível em: <https://www.iesp.edu.br/sistema/uploads/arquivos/publicacoes/quem-ocupa-tem-culpa-analise-o-deficit-habitacional-em-joao-pessoa-pb-autor-a-moreira-thayssa-ner-de-barros.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

NARVÁEZ, Lizardo; LAVELL, Allan; ORTEGA, Gustavo Pérez. **La Gestión del Riesgo de Desastres: un enfoque basado en procesos**. Lima: Predecán, 2009.

OGURA, Agostinho Tadashi *et al.* **Apostila do Curso de Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco na modalidade à distância**. Brasília: Ministério das Cidades, Instituto de pesquisas Tecnológicas, Centro de Pesquisas Sobre Desastres Naturais, 2007. Disponível em: http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2004/01/mapeamento_grafica.pdf. Acesso em: 12 abr. 2023.

OLIVATO, Débora; ANDERSON, Liana Oighenstein; MATSUO, Patricia Mie; SOUZA, Ulisses Denache Vieira; MARCHEZINI, Victor; TRAJBER, Rachel. Jovens na composição de diálogos cartografados sobre prevenção de desastres. *In*: MAGNONI JÚNIOR, Lourenço; FREITAS, Carlos Machado de; LOPES, Eymar Silva Sampaio; CASTRO, Gláucia Rachel Branco; Humberto Alves Barbosa; LONDE, Luciana Resende; MAGNONI, Maria da Graça Mello; SILVA, Rosicler Sasso; TEIXEIRA, Tabita; FIGUEIREDO, Wellington dos Santos (Orgs.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 2 ed. São Paulo: Centro Paulo Souza, 2020.

OLIVEIRA, Camila de Andrade. Mapeamento de Risco de Movimentos de Massa em João Pessoa – PB através de uma Metodologia Quali-Quantitativa de Classificação de Risco. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

OSGEO. QGIS. website. https://qgis.org/pt_BR/site/index.html, 2023.

RAMOS, RAMOS, A. V. F; SIMÕES, G. K. S; SOARES, F. L (2022). **MAPEAMENTO DE RISCO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BAIRRO DO ROGER NA CIDADE DE JOÃO PESSOA**, COBRAE, ABMS, Pernambuco, v.3.

SANTANA, Michele Silva. **CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE RISCO E DE ÁREAS DE RISCO**. Belo Horizonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, [2023?]. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Capacitacao/Material%20Did%C3%A1tico/CBPRG%20->

%202017/Conceitos%20Fundamentais%20de%20%C3%81reas%20de%20Risco.pdf. Acesso em: 12 abr. 2023.

SIEBERT, C. Resiliência Urbana: Planejando as Cidades para Conviver com Fenômenos Climáticos Extremos. Belém, **Anais [...]** Belém, 1º Encontro Nacional da Anppas, Belém - Universidade Regional de Blumenau – FURB, 2012.

SILVA, Abimael Isaque Landim da. **Programa Computacional Alerta de Deslizamentos**. João Pessoa/PB. João Pessoa/PB. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

SOARES, Wanessa Cartaxo. **Banco de dados geológico-geotécnicos com base em sondagens à percussão e uso de SIG**: análise espacial da profundidade do lençol freático e do 'N IND.SPT' para obras de fundação em João Pessoa - PB. 2011. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-15052012-110127/pt-br.php>. Acesso em: 07 maio 2023.

SULAIMAN, Samia Nascimento. Ação e reflexão: educar para uma cultura preventiva. *In*: SULAIMAN, Samia Nascimento; JACOBI, Pedro Roberto (Orgs.). **Melhor prevenir**: olhares e saberes para a redução de risco de desastre. São Paulo: IEEUSP, 2018. p. 23-29.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **Terminology: Online glossary**. UNDRR, [S. l.], [2017?]. Disponível em: <https://www.undrr.org/terminology#H>. Acesso em: 07 maio 2023.

UNITED Nations Office for Disaster Risk Reduction. Strategic Framework 2022-2025: theory of change, 2021.

APÊNDICE A – MÉTODO DE CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS DE DESLIZAMENTOS DE MASSA

O mapeamento de risco desempenha um papel fundamental na gestão de risco de deslizamento de massa, oferecendo uma visão abrangente e detalhada das áreas suscetíveis a esse tipo de evento. Ao identificar e mapear as áreas de maior vulnerabilidade, é possível tomar medidas preventivas e mitigadoras adequadas, visando a segurança da população e a preservação do meio ambiente.

Soares e Pereira (2017) apresentam o método objetivo de classificar as áreas de risco de movimento de massa por meio dos pesos e parâmetros para a classificação dessas áreas de risco, adaptada a partir da classificação proposta pelo Ministério das Cidades. São realizadas em quatro etapas, descritas abaixo.

1. Estudo e pré-setorização das áreas de risco;
2. Realização de visitas de reconhecimento em campo, com o objetivo de analisar as principais áreas com potencial risco de deslizamento no bairro;
3. Classificação dos riscos nas zonas através de parâmetros e pesos;

Tabela 8 - Parâmetros e pesos

Parâmetro	Condição	Peso
Agentes potencializadores (AG)	Sem AG	1 ponto
	Com AG	2 pontos
Sinais de instabilização (SI)	Sem SI	1 ponto
	Com SI	2 pontos
Vulnerabilidade da edificação (V)	V baixa	1 ponto
	V alta	2 pontos
Relação altura/afastamento	1/1	1 ponto
	2/1	2 pontos
	3/1 ou mais	3 pontos
Fatores atenuantes	Obra sem qualidade atestada	-1 ponto
	Obra que minimizou o risco	-2 pontos
	Talude estável	-3 pontos
Fator agravante	Vulnerabilidade social é relevante	1 ponto

Fonte: Soares e Pereira (2017).

4. Por meio da soma dos pesos, pode-se classificar o grau de risco segundo orientações

do Ministério das Cidades;

Tabela 9 – Escala de classificação de risco

CLASSIFICAÇÃO DO RISCO	Risco Muito Alto (R4)	Risco Alto (R3)	Risco Médio (R2)	Risco Baixo (R1)
SOMA DOS PESOS	10-8	7	6	5-4

Fonte: Adaptado pelo autor, Soares e Pereira (2017).

Onde:

Roxo (Muito Alto Risco), vermelho (Alto Risco), amarelo (Médio Risco) e verde (Baixo Risco).

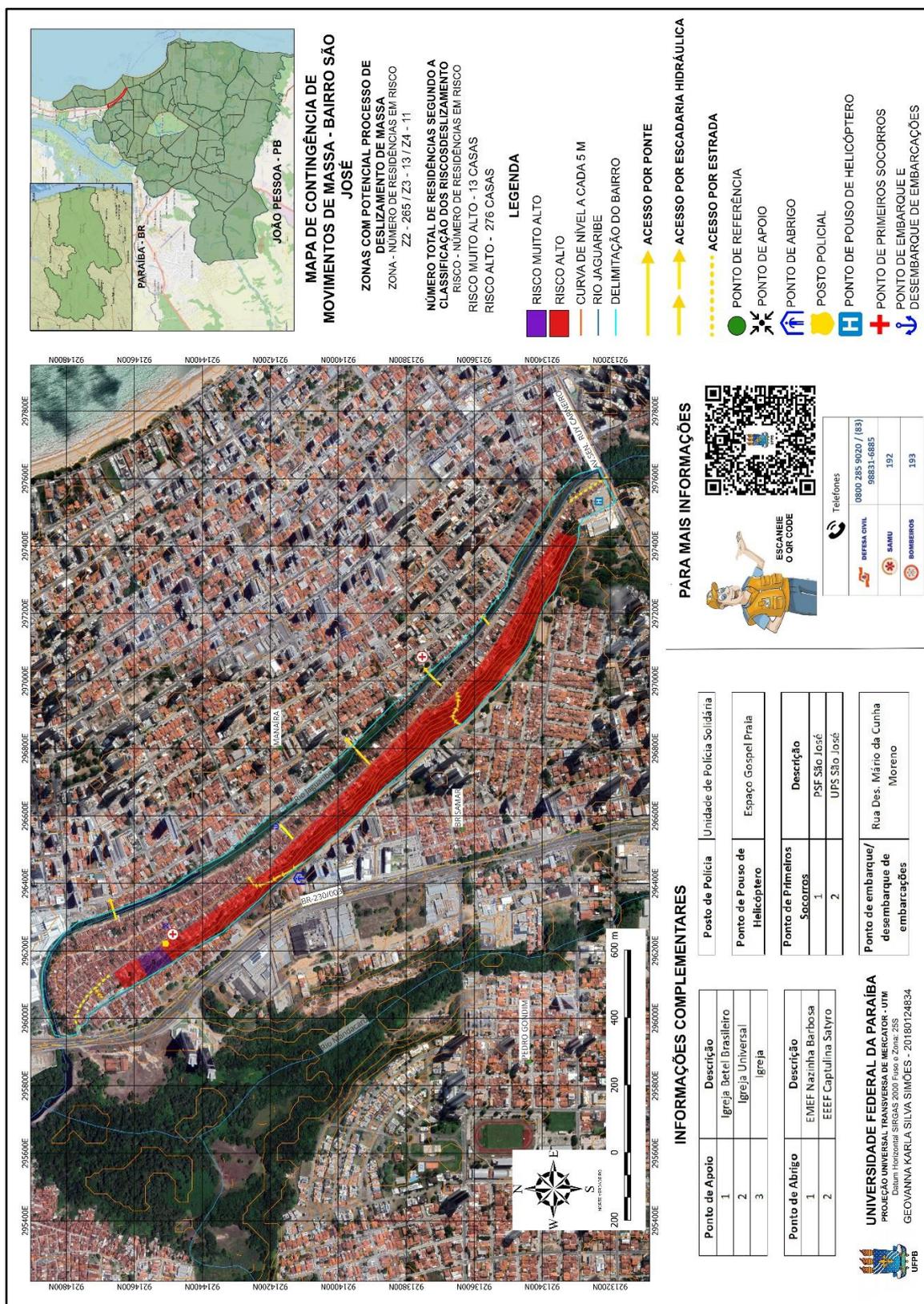
Quadro 6 - Classificação dos riscos

Risco Muito Alto (R4)	Risco Alto (R3)	Risco Médio (R2)	Risco Baixo (R1)
Os condicionantes predisponentes e a falta de intervenção são de muito alta potencialidade para a ocorrência dos processos. As evidências de instabilidade são expressivas em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica. É muito provável a ocorrência de eventos destrutivos.	Os condicionantes predisponentes e a falta de intervenção são de alta potencialidade para a ocorrência dos processos. Observa-se a presença de significativas evidências de instabilidades. Processo de instabilização em pleno desenvolvimento. É possível a ocorrência de eventos destrutivos.	Os condicionantes predisponentes e a falta de intervenção são de alta potencialidade para a ocorrência dos processos. Observa-se a presença de significativas evidências de instabilidades. Processo de instabilização em pleno desenvolvimento. É possível a ocorrência de eventos destrutivos.	Os condicionantes predisponentes e a falta de intervenção são de baixa potencialidade para o desenvolvimento dos processos. Não se observa(m) evidência(s) de processos de instabilização de encostas. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos.

Fonte: Ministério das Cidades

- Com isso, pode-se elaborar o mapa de risco, em que se apresenta as regiões e seus respectivos graus de riscos.

APÊNDICE B – MAPA DE CONTINGÊNCIA DO BAIRRO SÃO JOSÉ



Fonte: próprio autor.

APÊNDICE C – PLANO DE GESTÃO DE RISCO PARA A CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

PLANO DE GESTÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA PARA A CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

O Plano de Gestão de Risco de Movimento de Massa visa identificar e propor medidas para prevenir e mitigar os riscos relacionados a deslizamentos de terra, desmoronamentos e outros eventos de movimento de massa na cidade de João Pessoa, no estado da Paraíba. Esse plano busca garantir a segurança da população, a preservação do patrimônio e a redução dos impactos causados por esses eventos.

1. Mapeamento de áreas de risco:

- Realizar um levantamento detalhado das áreas suscetíveis a movimentos de massa na cidade de João Pessoa, considerando características como declividade, tipo de solo, histórico de ocorrências passadas e proximidade de cursos d'água, além da vulnerabilidade da população local;
- Utilizar tecnologias de sensoriamento remoto, como imagens de satélite e drones, para auxiliar no mapeamento das áreas de risco;
- Elaborar mapas de risco, que indiquem as zonas mais propensas a ocorrência de movimentos de massa.

2. Monitoramento e alerta:

- Implantar um sistema de monitoramento contínuo das áreas de risco, utilizando sensores geotécnicos, estações meteorológicas, pluviômetros e inclinômetros para detectar possíveis sinais de instabilidade do solo;
- Estabelecer uma central de monitoramento que receba, processe e analise os dados coletados, emitindo alertas precoces em caso de risco iminente;
- Desenvolver um sistema de comunicação eficiente para disseminar os alertas de forma rápida e clara para a população e as autoridades competentes.

3. Medidas preventivas e mitigadoras:

- Implementar um programa de educação e conscientização da população sobre os riscos de movimentos de massa e a importância de medidas preventivas, como o monitoramento das construções em áreas de risco, apresentando os sinais que podem indicar que a residência está em risco, e medidas de autoproteção em casos de deslizamento de massa;
- Estabelecer normas e diretrizes para a ocupação do solo, considerando as áreas de risco identificadas, e promover a fiscalização rigorosa para garantir o cumprimento dessas normas;
- Incentivar a adoção de técnicas de engenharia geotécnica adequadas, como a estabilização de encostas, contenção de taludes e drenagem do solo, nas áreas de risco;
- Realizar obras de infraestrutura para a melhoria do sistema de drenagem urbana, evitando o acúmulo de água e minimizando os riscos de movimentos de massa.

4. Plano de contingência e resposta a emergências:

- Elaborar um plano de contingência que estabeleça procedimentos claros e eficientes para responder a situações de emergência decorrentes de movimentos de massa;
- Definir papéis e responsabilidades das equipes de resposta, incluindo corpo de bombeiros, defesa civil, órgãos municipais e estaduais, e promover treinamentos regulares para garantir a efetividade das ações;
- Estabelecer locais de abrigo temporário para a população afetada, com estrutura adequada e suprimentos de emergência;
- Manter um sistema de prontidão e resposta rápida para atender às demandas de resgate, assistência médica e apoio logístico durante uma emergência.

5. Atualização e revisão:

- Realizar uma revisão periódica do plano de gestão de risco de movimento de massa, considerando novas informações, avanços tecnológicos e mudanças na ocupação urbana da cidade;
- Promover a participação da população, por meio de audiências públicas e consultas, na atualização e revisão do plano, buscando o envolvimento e engajamento de todos os setores da sociedade.

A implementação de um plano de gestão de risco de movimento de massa é fundamental para nortear os gestores da cidade de João Pessoa-PB, a fim de reduzir os riscos associados a deslizamentos de terra e desmoronamentos. Esse plano indica passos simples, e resumidos, de procedimentos básicos para proteger a população, preservar o patrimônio e promover um ambiente urbano seguro e resiliente na cidade. A adoção de medidas preventivas, o monitoramento contínuo das regiões de risco, a capacitação das equipes de resposta e a participação da sociedade são elementos-chave para o sucesso desse plano.

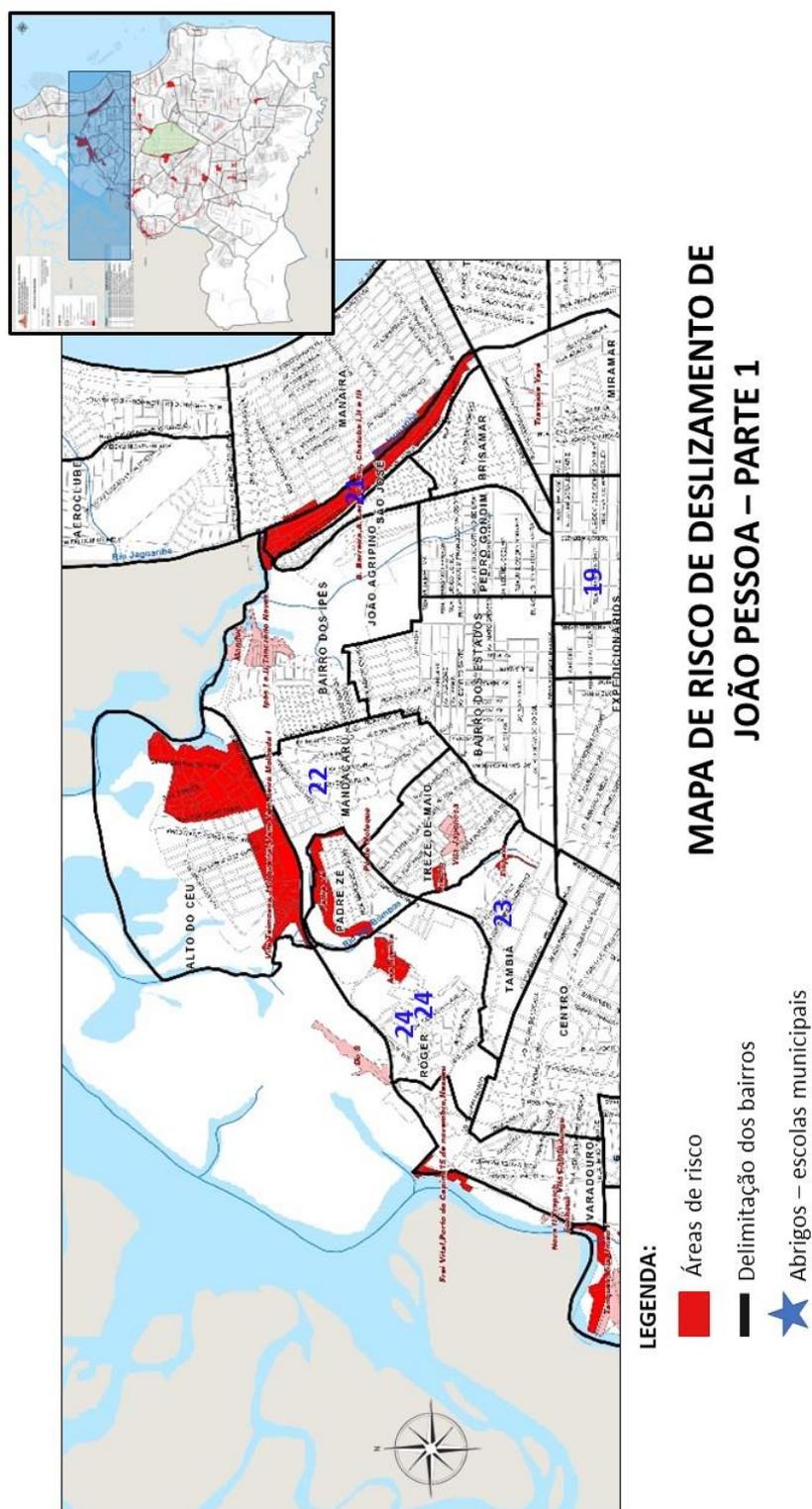


UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

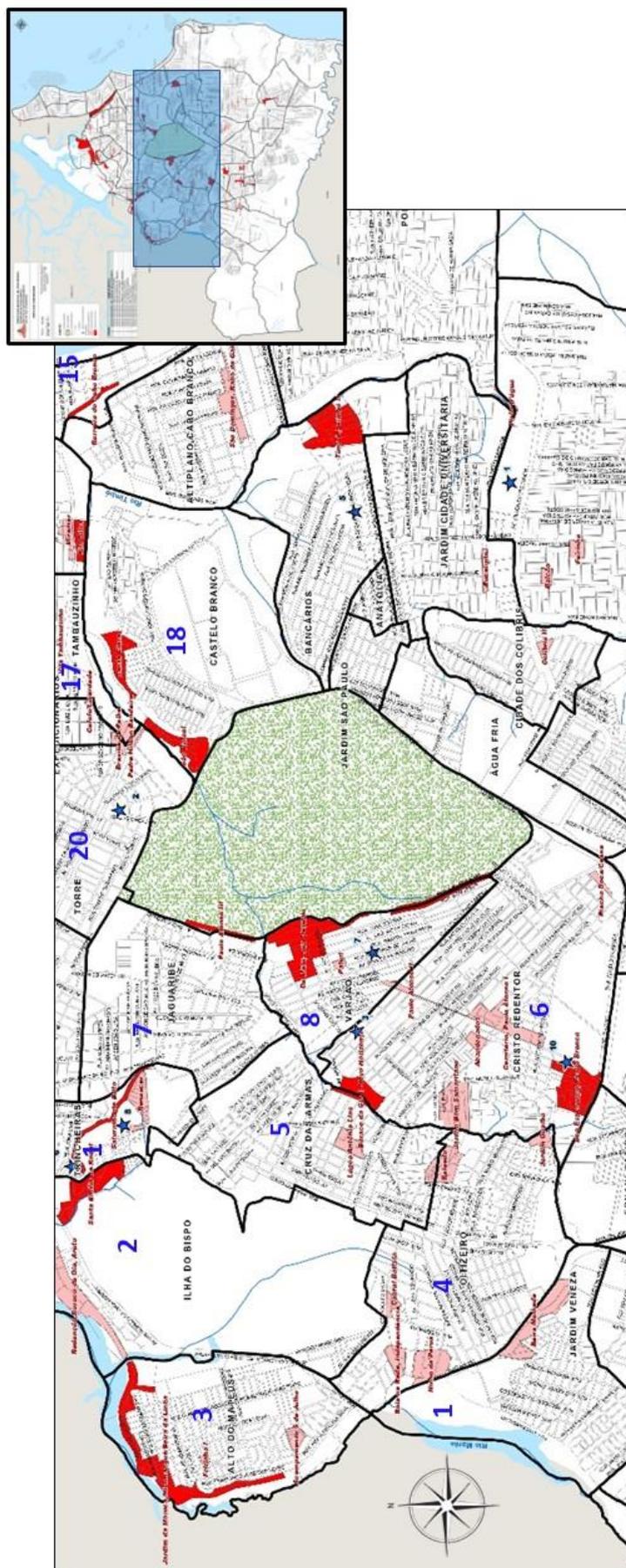
GEOVANNA KARLA DA SILVA SIMÕES

MATRÍCULA - 20180124834

**APÊNDICE D – MAPAS DAS COMUNIDADES EM RISCO DE DESLIZAMENTO,
ADAPTADO DO MAPA DE JOÃO PESSOA**



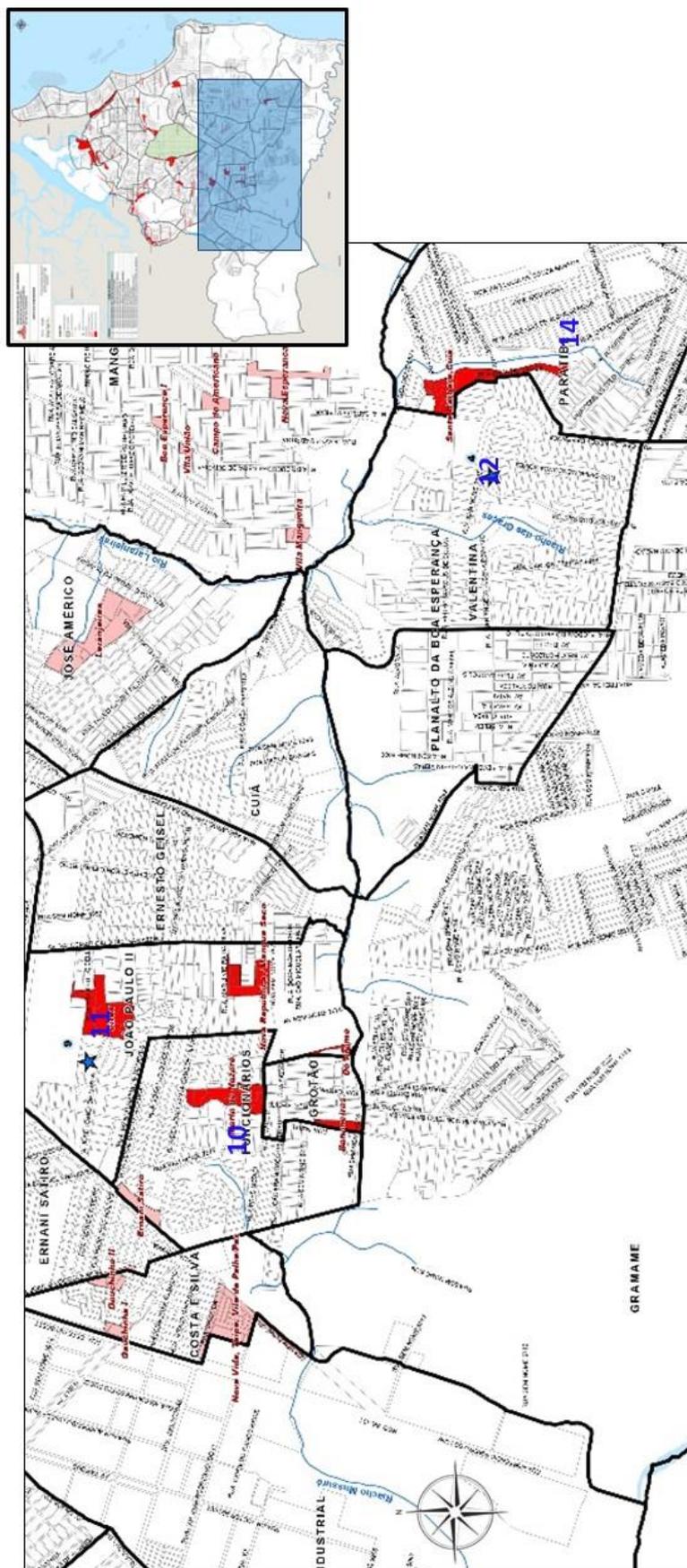
Fonte: Próprio autor, adaptado do “Mapa das Comunidades” elaborado pela PMJP, 2023.



**MAPA DE RISCO DE DESLIZAMENTO DE
JOÃO PESSOA – PARTE 2**

LEGENDA:

- Áreas de risco
- Delimitação dos bairros
- ★ Abrigos – escolas municipais



MAPA DE RISCO DE DESLIZAMENTO DE JOÃO PESSOA – PARTE 3

LEGENDA:

- Áreas de risco
- Delimitação dos bairros
- Abrigos – escolas municipais

Fonte: Próprio autor, adaptado do “Mapa das Comunidades” elaborado pela PMJP, 2023.

ANEXO A – FICHA DE AVALIAÇÃO

A visitas de avaliação foram orientadas através de uma ficha de vistoria desenvolvida por Soares e Pereira (2017), a qual foi inspirada na ficha de campo usada pelo Ministério das Cidades e na ficha de vistoria utilizada pelo Programa Estrutural em áreas de risco (PEAR) da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Essa ficha sintetiza a metodologia de risco geológico-geotécnica, sendo possível reconhecer e avaliar os critérios usados para classificação de risco.

 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE ESCORREGAMENTO João Pessoa, Paraíba, Brasil.
FICHA DE VISTORIA
1 – DADOS GERAIS Data: ____/____/____ Órgão responsável: _____ Responsável técnico: _____ Identificação: _____ Motivo da visita: _____ Nº de cadastro: _____ Logradouro: _____ Bairro: _____ CEP: _____ Rua: _____ Nº: _____ Nome (Morador): _____ Identidade: _____ Cel: () _____ Nome (Morador): _____ Identidade: _____ Cel: () _____ Total de moradores: _____ Crianças: _____ Tempo de moradia: _____ Nº domicílios: _____
2 – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL Morfologia: () Baixo planalto costeiro () Planície Fluvial () Área plana () Área totalmente ocupada Talude: () Natural () De corte () De aterro () Misto Altura: _____m Vegetação: () Arbórea () Rasteira () Desmatada () Cultivo MONTANTE: Altura: _____m Inclinação: () 90° () 60° () 30° () 17° () 10° Cob. superficial: () Alúvio () Colúvio () Tálus Espessura: _____m JUSANTE: Altura: _____m Inclinação: () 90° () 60° () 30° () 17° () 10° Cob. superficial: () Alúvio () Colúvio () Tálus Espessura: _____m
3 – CARACTERIZAÇÃO DA MORADIA Condições de acesso: () Via asfaltada () Via de terra () Escadaria de cimento Tipo: () Alvenaria () Madeira () Barro () Mista () Outro. Qual? _____ Fundação: () Rasa () Profunda Estrutura: () Pilar () Viga () Laje () Telhado Distância da moradia a base do talude: _____m Distância da moradia ao topo do talude: _____m Relação altura /afastamento: () 1/1 () 2/1 () 3/1 ou mais Patologia aparente: () Trincas e rachaduras () Flechas exageradas () Descolamento de Concreto
4 – PRESENÇA DE ÁGUA Sistema de drenagem superficial: () Inexistente () Precário () Satisfatório Para onde vai o esgoto: () Fossa () Canalizada () Lançamento em superfície De onde vem a água para uso da moradia: () Prefeitura () Bica Existe vazamento de tubulação: () Água () Esgoto () Não Cursos de água na extensão do talude: () Base () Meio () Não

Fonte: Soares e Pereira (2017)

5 – PREDISPOSIÇÃO A PROCESSOS GEODINÂMICOS E SINAIS DE INSTABILIZAÇÃO

Sinais de movimentação: () Trincas no terreno () Estrutura deformada () Degraus de abatimento
 () Estalos () Inclinação (Árvores, postes, muros)
 () Cicatriz de deslizamento próximo a moradia () Surgência
 () Muros/paredes “embarrigados” () Feições erosivas

Processo de instabilização ocorridos: _____

Predisposição a processos geológicos: () Mov. Grav. de massa. Qual? _____
 () Mov. de transp. de massa. Qual? _____

Predisposição a processos hidrológicos: () Inundação () Enchente () Alagamento

6 – AGENTES POTENCIALIZADORES DE RISCO

() Concentração de água pluvial em superfície () Lançamento de água servida/esgoto na superfície
 () Vazamentos de água/esgoto () Fossa () Lixo/entulho () Bananeiras
 () Presença de blocos de rochas () Ausência de cobertura vegetal

7 – CLASSIFICAÇÃO PARAMÉTRICA DE RISCO

Nota: + ____ Agentes potencializadores (1 a 2 pontos)
 + ____ Sinais de instabilização (1 a 2 pontos)
 + ____ Vulnerabilidade da edificação (1 a 2 pontos)
 + ____ Relação altura/afastamento (1 a 3 pontos)
 - ____ Fatores atenuantes (1 a 3 pontos)
 + ____ Fatores agravantes (1 ponto)

Total: ____ pontos

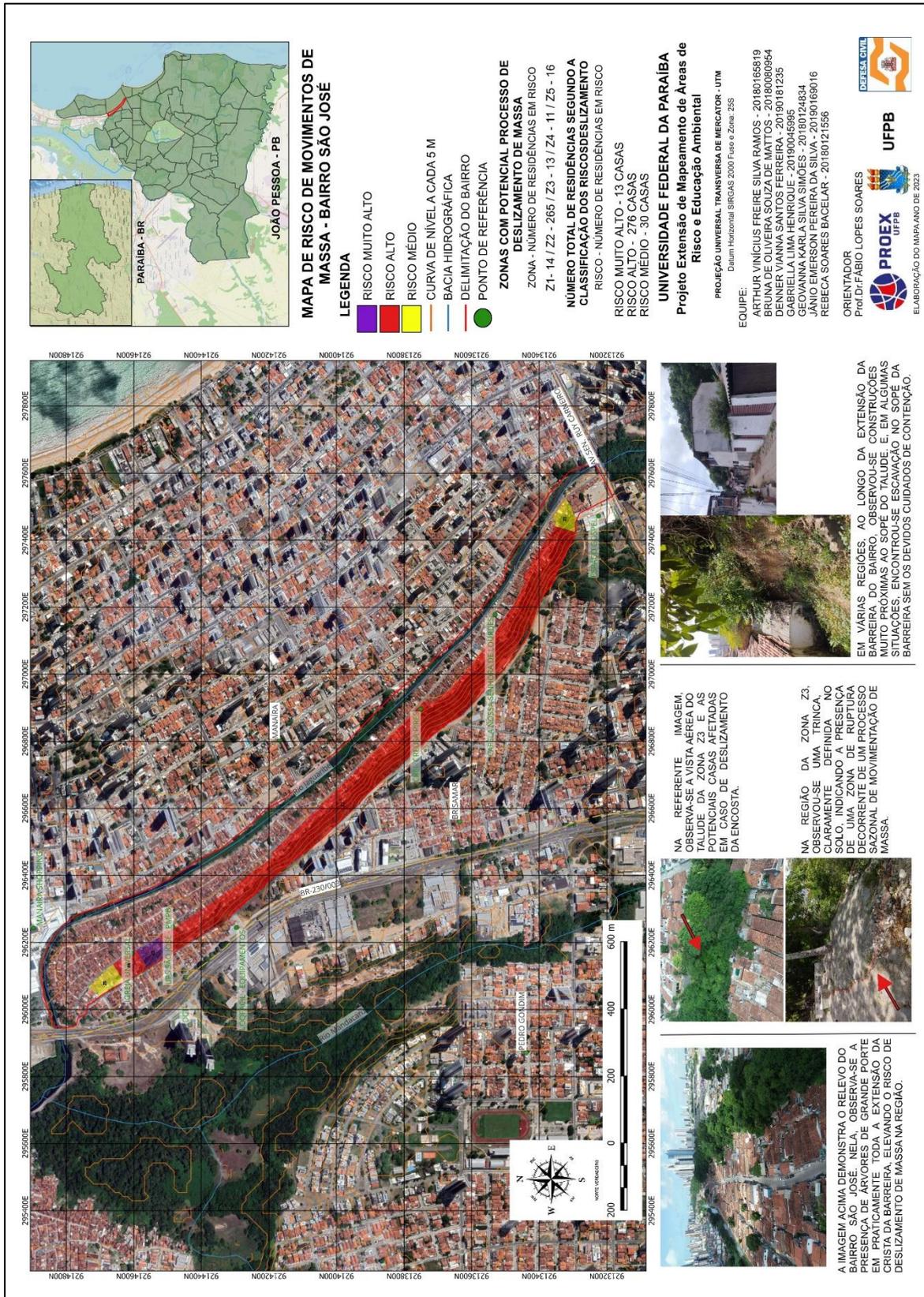
Nível de risco: () Muito alto: 8 a 10 pontos () Alto: 7 pontos () Médio: 6 pontos () Baixo: 5 a 4 pontos () Sem risco: 3 a 0

8 – CONSIDERAÇÕES DO RESPONSÁVEL TÉCNICO

9 – PARECER

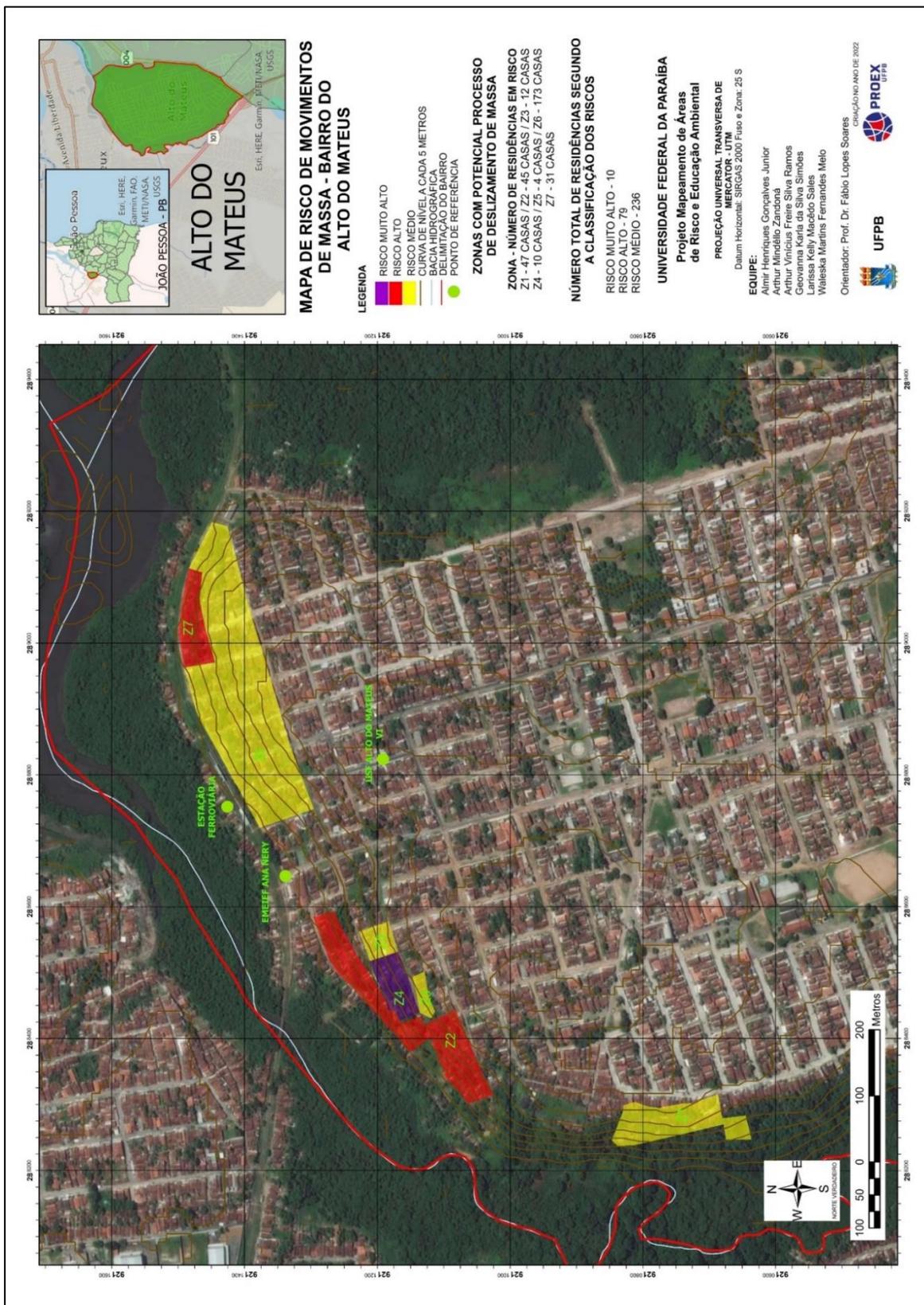
() Monitoramento () Remoção temporária () Remoção definitiva () Não se aplica

ANEXO B – MAPA DE RISCO DO BAIRRO SÃO JOSÉ



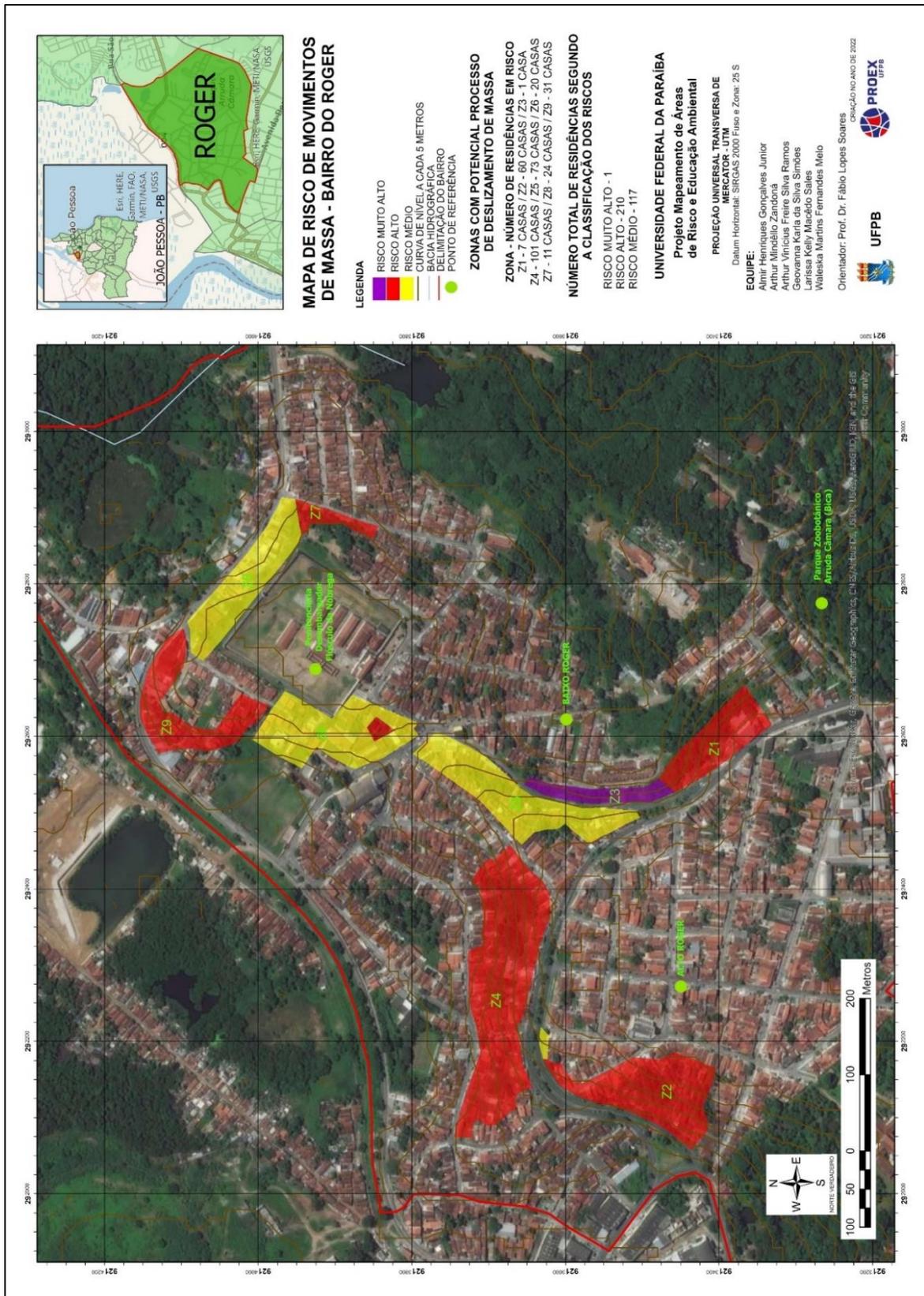
Fonte: PROEX/UFPB, 2023.

ANEXO C – MAPA DE RISCO DO BAIRRO ALTO DO MATEUS



Fonte: PROEX/UFPB, 2021.

ANEXO D – MAPA DE RISCO DO BAIRRO ROGER



Fonte: PROEX/UFPA, 2021.

ANEXO E – JOGO DA MEMÓRIA



ANEXO F – CARTILHA EDUCATIVA

Olá, pessoal!

Essa cartilha possui a finalidade de esclarecer e alertar os moradores que residem em áreas de risco. Se faz necessária a adoção de práticas e medidas adequadas para evitar que desastres possam acontecer e para isso o empenho de todos da comunidade é de extrema importância.

A união dos moradores com a Prefeitura da cidade e a Universidade é essencial para a criação de medidas que possam trazer a redução dos riscos e uma melhor qualidade de vida.

Você, morador, é a peça chave para que possamos ter ótimos resultados e um lugar seguro para você, sua família e toda a comunidade.





UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Projeto Mapeamento de Áreas de Risco e Educação Ambiental

Equipe:
 Almir Henriques Gonçalves Junior
 Arthur Mindêllo Zandoná
 Arthur Vinicius Freire Silva Ramos
 Geovanna Karla da Silva Simões
 Larissa Kelly Macêdo Sales
 Waleska Martins Fernandes Melo

Orientador: Prof. Dr. Fábio Lopes Soares



CARTILHA EDUCATIVA

Conscientização Sobre Riscos de Escorregamento



SITUAÇÕES DE RISCO

Não corte a barreira para a ampliação ou modificação da casa. Isso pode botar em risco a sua casa e dos seus vizinhos.



É muito perigoso morar muito perto do pé de uma barreira. Mesmo ela sendo baixa, existe risco.




ATENÇÃO!

Alguns sinais podem indicar que você está em situação de risco e são eles:

- Rachaduras nas paredes das casas e nas barreiras;
- Árvores, muros e postes inclinados;
- Surgimento de olhos d'água;
- Muro de arrimo embarrigados ou rachados;
- Terrenos afundados.

MUDANDO OS HÁBITOS E TOMANDO ATITUDES CORRETAS VOCÊ PODE PREVENIR DESASTRES!

- Não jogue lixo nas barreiras, isso pode trazer problemas durante períodos de chuva;



- Plante gramas e pequenas árvores;



- Não lance seu esgoto na barreira, direcione-os corretamente para uma rede adequada;



- Construa canaletas no topo e na base das barreiras, direcionando a água da chuva para a rede.



QUEM CHAMAR EM SITUAÇÕES DE PERIGO?



DEFESA CIVIL

Ligue para a DEFESA CIVIL quando:

- a barreira ou a sua casa apresentar rachaduras ou deformações;
 - houver alagamento na comunidade;
 - estiver em época de chuvas e precisar proteger a barreira contra deslizamentos;
 - acontecer algum desastre na comunidade;
 - a sua família precisar de abrigo.
- E qual o número? **0800 285 9020**, a ligação é gratuita.



SAMU

Ligue para o SAMU (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência) em casos de:

- em caso de intoxicação, queimadura, traumatismo;
- em casos de choque elétrico;
- em situações em geral onde seja necessário socorro especializado urgente.

E qual o número? **192**, a ligação é gratuita.



BOMBEIROS

Ligue para os BOMBEIROS quando:

- alguém precisar ser resgatado em lugar de difícil acesso;
- em caso de soterramento ou desabamento;
- em casos de inundações;
- em casos de incêndio;
- sempre que haja ameaça de destruição ou perigo de vida.

E qual o número? **193**, a ligação é gratuita.

ANEXO H – LEGISLAÇÃO FEDERAL INCIDENTE SOBRE ÁREAS DE MORROS

Quadro 7 – Legislação Federal incidente sobre áreas de morros

<p>Lei n.º 6.766/79 <i>modificada</i> pela Lei n.º 9.785/99: Parcelamento do solo em zonas urbanas ou de expansão urbana</p>	<p>O parcelamento em encostas não é permitido em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes; em terrenos onde as condições geológicas desaconselhem a edificação; em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção (artigo 3º incisos II, III, IV e V);</p> <p>As áreas destinadas a sistemas de circulação, a implantação de equipamentos urbano e comunitário, bem como a espaços livres de uso público, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo Plano Diretor, ou aprovada por Lei municipal para a zona em que se situem (artigo 4º inciso I, parágrafo 1º);</p> <p>Os lotes terão área mínima de 125m² e frente mínima de 5m, salvo quando a legislação estadual ou municipal determinar maiores exigências, ou quando o loteamento se destinar à urbanização específica ou edificação de conjuntos habitacionais de interesse social, previamente aprovado pelos órgãos competentes (artigo 4º inciso II);</p> <p>As vias de loteamento deverão se articular com as vias adjacentes oficiais, existentes ou projetadas, e harmonizar-se com a topografia do local (artigo 4º inciso IV).</p>
<p>Lei n.º 4.771/65: Código florestal <i>modificado</i> pela Lei n.º 7.803/99</p>	<p>Considera de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situada nas encostas ou parte destas, com declividade superior a 45%, equivalente a 100% da linha de maior declive, nas bordas dos tabuleiros, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros, em projeção horizontal. No caso de áreas urbanas e nas regiões metropolitanas, observar-se-á o disposto nos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo. (artigo 2º alíneas e e g, parágrafo único).</p>
<p>Decreto n.º 24.643/34: Código das águas</p>	<p>Estabelece normas para proteger as águas que correm natural ou artificialmente no subsolo, ou que escoam na superfície do solo, especialmente as nascentes e as cabeceiras de drenagem.</p>
<p>Lei n.º 10.257/2001: Estatuto da cidade</p>	<p>Estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental; a regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda deve se dar mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, consideradas a situação socioeconômica da população e as normas ambientais (artigo 2º inciso XIV).</p> <p>aquele que possuir como sua, área ou edificação urbana de até duzentos e cinquenta metros quadrados, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, utilizando-a para sua moradia ou de sua família, adquirir-lhe-á o domínio, desde que não seja proprietário de outro imóvel urbano ou rural (artigo 9º).</p>

Fonte: Elaborado pelo autor, de acordo com Alheiros et al (2003).