



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

TAWANA DE MELO PEREIRA

**SUSCETIBILIDADE, VULNERABILIDADE E MAPEAMENTO
PARTICIPATIVO DE RISCO A ESCORREGAMENTOS: FERRAMENTAS
PARA UMA GESTÃO RESILIENTE**

Recife
2021

TAWANA DE MELO PEREIRA

**SUSCETIBILIDADE, VULNERABILIDADE E MAPEAMENTO PARTICIPATIVO
DE RISCO A ESCORREGAMENTOS: FERRAMENTAS PARA UMA GESTÃO
RESILIENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Geografia. Área de Concentração: Regionalização e Análise Regional.

Orientador: Prof. Dr. Fabrizio de Luiz Rosito Listo.

Recife
2021

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicéa Alves Silva, CRB4-1260

P436s Pereira, Tawana de Melo.

Suscetibilidade, vulnerabilidade e mapeamento participativo de risco a escorregamentos: ferramentas para uma gestão resiliente / Tawana de Melo Pereira – 2021.

213 f.: il.; 30 cm.

1. Geografia. 2. Ruptura (Movimento) – Escorregamento. 3. Avaliação de riscos ambientais . 4. Cartografia Geologia - Mapas. 5. RMR. I. Listo, Fabrizio de Luiz Rosito (Orientador). II. Título.

910 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2021-105)

TAWANA DE MELO PEREIRA

**SUSCETIBILIDADE, VULNERABILIDADE E MAPEAMENTO PARTICIPATIVO
DE RISCO A ESCORREGAMENTOS: FERRAMENTAS PARA UMA GESTÃO
RESILIENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestra em geografia. Área de concentração: regionalização e análise regional.

Aprovada em: 21/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fabrizio de Luiz Rosito Listo (Orientador – Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Rodrigo Dutra Gomes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Samia Nascimento Sulaiman (Examinadora Externa)
Universidade Federal do ABC

AGRADECIMENTOS

Chegar até o final passa um filme de toda a construção desse trabalho, do quanto foi difícil, mas graças a Deus e ao apoio de tantas pessoas foi possível. A resiliência teve que literalmente ser colocada em prática em um momento de perdas, incertezas, adaptações, diante das situações adversas. Os vários agradecimentos vão às pessoas que me apoiaram, incentivaram-me e que por menos nem sabem de tal importância.

Agradeço a minha família, que sempre me incentivou a ter o estudo como prioridade e ver que a educação é o melhor caminho para transformação. Em especial minha mãe Josiane Melo, meu pai Salomão Pereira, a minha irmã Manaíra Melo, minha avó Ana Maria e meu avô Jaltheil Accioly.

Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos, que estiveram nesse percurso comigo: John Kennedy, Joaquim Xavier, Edwilson Santos, Tiago Holanda. Meus amigos de turma Ítalo, Daniel, Janiara, Gerlando, Arthur e Paulo.

Amigos da minha turma da graduação na figura de Jonas, Alan, Paulo, Thaís e Tony, sempre dando uma palavra de incentivo e compartilhando experiências e desabafos. Ao meu amigo Túlio Melo, por toda paciência e dedicação. A minha amiga Érica Amâncio, que tanto me apoiou com sábias palavras. Também meu sincero agradecimento, aos meus amigos do Instituto Mazzarello, que estão comigo nesse processo de aprendizado desde 2004.

Devo reconhecer a importância da Defesa Civil de Camaragibe, a partir da disponibilização de dados fundamentais, além do acompanhamento em campo, etapa importante para a construção dessa pesquisa. A todos os entrevistados, pois sem a disposição deles não seria possível à execução deste trabalho.

A Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), em especial a Alline Domingos e Nathalia Santos, por toda disponibilidade e fornecimento de dados necessários à pesquisa.

Aos meus colegas do Grupo de Pesquisa em Geotecnologias Aplicadas à Geomorfologia de Encostas e Planícies (ENPLAGEO), em especial a figura de Felipe Marangoni e Bárbara Barbosa, que estiveram sempre dispostos em me ajudar e colaborar principalmente nos trabalhos de campo, muito obrigada!

Ao meu orientador Fabrizio Listo, pelo excelente professor e pesquisador, por quem tenho profunda admiração e respeito. Obrigada pela dedicação e confiança depositada.

Aos professores que fizeram parte da minha qualificação cuja avaliação, direcionamento do trabalho e reflexões que levarei para toda vida: agradeço imensamente a Prof.^a Dr.^a Kátia Canil (in memoriam) e ao Prof.^o. Dr.^o. Rodrigo Dutra.

Por fim, quero agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) a agência financiadora da pesquisa. E ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) agradeço toda disponibilidade e atenção.

RESUMO

Diante do contexto de recorrentes desastres no Brasil, sobretudo em períodos de chuvas intensas, tornaram-se necessárias medidas para a redução dos riscos. Nesse cenário, o conceito de resiliência tem sido discutido como um novo modelo de conceber a prevenção de desastres. Assim, marcos e políticas públicas têm sido pensados priorizando a atuação da comunidade, as quais deixam de ser passivas às decisões gestoras tornando-se agentes de sua própria segurança. O objetivo principal desta pesquisa consistiu em definir ferramentas de resiliência a partir do estudo integrado da suscetibilidade, da vulnerabilidade física e social e do grau de risco a escorregamentos no bairro dos Estados, município de Camaragibe (PE). Para tanto, buscou-se: avaliar o papel dos parâmetros geomorfológicos do relevo na deflagração dos escorregamentos; delimitar setores de vulnerabilidade e de risco; realizar um diagnóstico participativo com a população local e; propor um conjunto de ações mitigatórias não estruturais e estruturais visando indicar ações de resiliência. A avaliação da suscetibilidade foi realizada por meio de parâmetros morfométricos, uso do modelo matemático SHASLTAB e cálculo do índice Concentração de Escorregamentos (CE). A setorização das áreas de vulnerabilidade e risco deu-se por meio de alguns critérios (trabalhos de campo, interpretação de imagens de satélite, entre outros). A vulnerabilidade foi avaliada a partir de ficha de campo e o mapeamento de risco ocorreu a partir de abordagem participativa (graus de risco estabelecidos pelos próprios moradores). Por fim, a elaboração de modelo mitigatório estrutural e não estrutural foi baseado no Marco de Sendai. Os resultados indicaram uma Concentração de Escorregamentos (CE) a oeste do bairro em encostas íngremes, côncavas, orientadas para Norte e para Sudeste e em colinas dissecadas. Foram mapeados três setores com vulnerabilidade média, três com vulnerabilidade alta e um setor com vulnerabilidade muito alta. O mapeamento participativo demonstrou relações afetivas e resilientes com a área por parte dos entrevistados, visto que apenas um setor foi classificado com risco baixo, quatro setores com risco médio, um com risco alto e um com risco muito alto. Esse estudo poderá fornecer subsídios para ações de mitigação e prevenção de riscos em áreas precariamente ocupadas, auxiliando na preparação e no planejamento de gestão de riscos.

Palavras-chaves: movimentos de massa; gestão de riscos; mapeamentos; Região Metropolitana do Recife (RMR).

ABSTRACT

Given the context of recurrent disasters in Brazil, especially in periods of intense rain, taking measures to reduce risks became necessary. In this scenario, the concept of resilience has been discussed as a new model for conceiving disaster prevention. Thus, milestones and public policies are now designed to prioritize the actions of the community, which is no longer passive to management decisions, becoming local people agents of their own security. The main objective of this research was to jointly assess the susceptibility, physical and social vulnerability and the degree of risk to landslides in the Bairro dos Estados, municipality of Camaragibe (PE). Specifically, the objective was: to evaluate the geomorphological parameters role of the topography in the triggering of landslides; delimit vulnerability and risk sectors; prepare participatory risk sheet and; propose a set of non-structural and structural mitigation actions aimed at resilience actions. The susceptibility assessment was performed using morphometric parameters, using the SHASLTAB mathematical model and calculating the Slip Concentration Index (CE). The sectorization of the areas of vulnerability and risk took place through some criteria (field work, interpretation of satellite images, among others). Vulnerability was assessed using (by) a field sheet and risk mapping was carried out using a participatory approach (degrees of risk established by the residents themselves). Finally, the elaboration of a structural and non-structural mitigation model was based on the Sendai Framework. The results indicated a Landslide Concentration (LC) in the westward neighborhood, on steep and concave slopes which are oriented to North and Southeast and in dissected hills. Three sectors with medium vulnerability, three with high vulnerability and one sector with very high vulnerability were mapped. Participatory mapping demonstrated affective and resilient relationships with the area according to the interviewees, as only one sector was classified as low risk, four sectors as medium risk, one as high risk and one as very high risk. This study may provide subsidies for a resilience model in precariously occupied areas, helping in the preparation and management risk planning.

Keywords: mass movements; risk management; mapping; Recife Metropolitan Region (RMR).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Encosta no Bairro dos Estados com ocupações em áreas de risco a escorregamento, sem intervenções de obra de infraestrutura ou paliativa como lonas plásticas.....	22
Figura 2 -	(A) Exemplo de escorregamento translacional no Bairro dos Estados, Região Político Administrativa (RPA I) de Camaragibe. (B) Exemplo de escorregamento em cunha com a presença de lonas em deterioração no Bairro Novo do Carmelo (RPA I), município de Camaragibe (PE).....	27
Figura 3 -	Número de óbitos causados por escorregamentos em Camaragibe entre os anos de 1994 e 2019.....	31
Figura 4 -	Mapa de ocorrências de escorregamentos (inventário) para o estado de Pernambuco, com destaque a RMR. No município de Camaragibe foram inventariadas 398 ocorrências.....	31
Figura 5 -	A- Cicatriz de escorregamento e ocupações inadequadas em áreas de risco no bairro dos Estados, município de Camaragibe-PE. B- Vista panorâmica de áreas colinosas do município densamente ocupadas e com medidas mitigatórias paliativas (lonas), no referido bairro.....	33
Figura 6 -	Mapa de ocorrências de Escorregamentos no município de Camaragibe (PE) com destaque ao bairro dos Estados.....	34
Figura 7 -	Ocorrência de escorregamentos em Camaragibe entre 2013 e 2018, com destaque ao bairro dos Estados (maior concentração).....	35
Figura 8 -	Classificação de dados do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), dividido em quatro categorias de vulnerabilidade: Muito Baixa (0 – 0,200); Baixa (0,201 – 0,300); Média (0,301 – 0,400); Alta (0,401 – 0,500) e Muito Alta (0,501 – 1).....	40
Figura 9 -	Exemplo de Índice de Vulnerabilidade Social aplicado no município do Recife, com a concentração de um Alto IVS para a zona Norte, no qual, predominam áreas colinosas e de tabuleiros precariamente ocupadas.....	41
Figura 10 -	Exemplo de mapa de risco em escala de cadastro, comunidade Real Parque (SP).....	47
Figura 11 -	Exemplo de mapa de áreas de risco a escorregamentos em escala de	

	zoneamento na sede urbana de Santa Teresa (ES).....	48
Figura 12 -	Mapa participativo de risco da Região dos Baús – Ilhota/SC.....	52
Figura 13 -	Etapas de ações de reconstrução pré-desastre, durante o desastre e pós-desastre das áreas de risco a inundação no município de Palmares (PE)...	55
Figura 14 -	Mapa de localização do município de Camaragibe e do Bairro dos Estados, RMR (PE).....	70
Figura 15 -	Mapa de Regiões Político-Administrativa (RPA) de Camaragibe. O nome de cada bairro está indicado na Tabela 3.1.....	71
Figura 16 -	Mapa hipsométrico do Bairro dos Estados, no contexto do município de Camaragibe.....	73
Figura 17 -	Fotos de campo do Bairro dos Estados, dos quais, observam-se cortes de taludes para construção de moradias em encostas declivosas e com medidas paliativas de lonas (A) ; ocupação não planejada irregular nas encostas (B) ; casa com padrão construtivo em madeira (C) e casa com sinais de rachadura/trincas em encosta de alta declividade (D)	74
Figura 18 -	Mapa Geológico de Camaragibe – PE com destaque ao Bairro dos Estados.....	77
Figura 19 -	Mapa Geomorfológico de Camaragibe – PE (em escala regional) com destaque ao Bairro dos Estados.	80
Figura 20 -	A - Vista panorâmica do Alto do Padre Cícero (Bairro dos Estados), onde podem ser observados processos erosivos, a partir de solo exposto, cicatrizes de escorregamentos e adensamento populacional nas encostas do município. B - Destaque da imagem A, na qual, é possível observar encosta erodida sob a Formação Barreiras.....	81
Figura 21 -	Mapa Pedológico de Camaragibe – PE com destaque ao Bairro dos Estados.....	84
Figura 22 -	Exemplo de precipitação mensal no Bairro dos Estados (anos de 2009, 2011 e 2019). Entre abril e julho ocorre o período chuvoso, enquanto nos meses de outubro, novembro e dezembro ocorrem as menores precipitações.....	86
Figura 23 -	Comparação morfodinâmica evolutiva de áreas erodidas (e supressão vegetal) de parte do Bairro dos Estados entre 1986 (mapa superior) e 2008 (mapa inferior).....	88

Figura 24 -	A- Vegetação adensada em área colinosa, com presença de cicatriz erosiva. B- Presença de vegetação arbustiva em área precariamente ocupada.....	89
Figura 25 -	A- Episódio de escorregamento em 2019, com 7 vítimas na 2ª Travessa de Bom Jesus (divisa entre o Bairro Novo e o Bairro dos Estados). B- Mesmo episódio com destaque ao atingimento de moradias construídas muito próximas à base da encosta.....	91
Figura 26 -	A- Cicatriz de escorregamento na Rua Maria Amélia de Santana (sudeste do bairro), devido precipitações intensas do dia 27 de abril de 2020, com risco iminente ao lado da cicatriz (casa muito próxima à encosta declivosa com indícios de rastejo). B- Moradias atingidas construídas muito próximas à base da encosta.....	92
Figura 27 -	Mapa de Uso da terra de Camaragibe – PE com destaque ao bairro dos Estados e sua cobertura aerofotogramétrica.	94
Figura 28 -	Mapa de Setores de Risco a escorregamento e erosão do Município de Camaragibe, no qual, foram mapeados 38 setores de Risco Muito Alto, 52 setores de Risco Alto, 22 setores de Risco Médio e 52 setores de Risco Baixo, com destaque para a Zona Sul da cidade.....	95
Figura 29 -	A- Encosta ocupada por moradias irregulares nos bairros dos Estados, onde é possível observar a presença de solo exposto, vegetação secundária e lonas plásticas. B- Proteção de talude com lona plástica desgastada. C- Medida mitigatória paliativa com a utilização de muro gramado.....	97
Figura 30 -	Principais áreas de atuação da Defesa Civil em Camaragibe com destaque ao Bairro dos Estados.....	100
Figura 31 -	Fluxograma dos procedimentos metodológicos (materiais e métodos) da pesquisa.....	102
Figura 32 -	Exemplo de janela com entradas da ferramenta ASA (<i>Automatic Shalstab Analysis</i>), infinitas direções para o cálculo da rotina automatizada do SHALSTAB diretamente no <i>software</i> ArcGIS.....	104
Figura 33 -	Localização das amostras de solo analisadas em geologias de Formação Barreiras, Embasamento Cristalino e Planície aluvial.....	107

Figura 34 - Mapa de relevo sombreado MDT utilizado como base para os mapeamentos morfológicos.....	109
Figura 35 - Mapa de Setores (vulnerabilidade e risco) do Bairro dos Estados.....	112
Figura 36 - Ficha de Vulnerabilidade Física e Social das Construções (página 1).....	114
Figura 37 - Ficha de Vulnerabilidade Física e Social das Construções (página 2).....	115
Figura 38 - Ciclo de instrumentos utilizados para construção da resiliência.....	125
Figura 39 - Ocorrências e cicatrizes de escorregamentos no Bairro dos Estados.....	127
Figura 40 - Mapa de declividade do Bairro dos Estados.....	128
Figura 41 - Índices de Frequência de Distribuição (FD) e Concentração de Escorregamentos (CE) das classes de declividade.....	129
Figura 42 - Mapa de curvatura do Bairro dos Estados.	132
Figura 43 - Índices de Frequência de Distribuição (FD) e Concentração de Escorregamentos (CE) das classes de curvatura.....	133
Figura 44 - Mapa de orientação de encosta do Bairro dos Estados.....	134
Figura 45 - Índices de Frequência de Distribuição (FD) e Concentração de Escorregamentos (CE) das classes de Orientação da Encosta.....	135
Figura 46 - Mapa geomorfológico do Bairro dos Estados (escala de detalhe).....	138
Figura 47 - Tabuleiro dissecado localizado no Bairro dos Estados, em que também pode ser observado indícios de escorregamentos.....	139
Figura 48 - Índices de Frequência de Distribuição (FD) e Concentração de Escorregamentos (CE) das classes de Unidades Geomorfológicas.....	140
Figura 49 - Mapa de Suscetibilidade do Bairro dos Estados (modelo SHASLTAB).....	142
Figura 50 - Índices de Frequência de Distribuição (FD) e Concentração de Escorregamentos (CE) das classes de suscetibilidade (modelo SHASLTAB).....	143
Figura 51 - Mapa de vulnerabilidade física e social para o bairro dos Estados.....	146
Figura 52 - Mapa de redes de abastecimento de água do Bairro dos estados, realizados através da COMPESA.	148
Figura 53 - Setor 3, águas servidas e de esgoto sendo despejado diretamente em encosta e calçada com rede de drenagem.	148

Figura 54 -	Rua Mato Grosso (setor 1), com destaque para a concentração de entulhos e lixo ao final da rua, ressalta-se o processo de erosão através de ravinas devido a falta de calçamento.	152
Figura 55 -	A- Setor 1, rua sem pavimentação com processos erosivos desencadeados. B - Setor 6, rua calçada com paralelepípedos com encanação de águas servidas despejadas diretamente na rua e sistema de drenagem da calçada, proliferando extratos vegetais e matéria orgânica. C- Setor 1, casa acima da encosta já erodida com possibilidade iminente de destruição da moradia.	153
Figura 56 -	Casa com Padrão Construtivo misto, localizado em um alto grau de risco (Setor 5).....	155
Figura 57 -	A- Setor 5, perda parcial de residência com escombros e lonas plásticas desgastadas.....	156
Figura 58 -	Mapa participativo de áreas de risco a escorregamentos no Bairro dos Estados.....	158
Figura 59 -	A - Ficha de Mapeamento Participativo das áreas de risco a escorregamentos (página 1).....	160
Figura 59 -	B - Ficha de Mapeamento Participativo das áreas de risco a escorregamentos (página 2).	161
Figura 59 -	C - Ficha de Mapeamento Participativo das áreas de risco a escorregamentos (página 3).	162
Figura 60 -	Setor 3 classificado como R1, com rua calçada, densamente ocupada e casas posicionadas para encosta menos declivosa, além disso é possível observar a drenagem exposta.	164
Figura 61 -	Casa reconstruída pela Defesa Civil com estrutura de blocos de concreto, onde é percebida uma intervenção pelos moradores para aumentar a casa devido à mudança de material em tijolo.	165
Figura 62 -	Setor de risco classificado como R1 (setor 3) pelo mapeamento participativo, localizado na rua Ceará, Bairro dos Estados – Camaragibe, com a presença de obra de contenção e extratos vegetais e matéria orgânica devido ao lançamento de águas servidas diretamente na encosta.....	168
Figura 63 -	Rua Paraná (setor 2). (A) Rua calçada com moradias localizadas em	

	encostas suaves. (B) Canaleta de água pluvial aberta com canos de esgotos das residências despejados diretamente na encosta.....	170
Figura 64 -	Rua Quinze de Novembro (setor 6). (A) Vista panorâmica do setor. (B) Obra de contenção com revestimento de gramíneas, realizado pelo próprio morador.....	171
Figura 65 -	Rua Mato Grosso (setor 1). (A) Obra de contenção (muro de arrimo e gabião) na divisa municipal entre Recife e Camaragibe. (B) Residência em encosta declivosa, sem obras de infraestrutura e cultivo de bananeiras. (C) Parte da obra não finalizada pela prefeitura de Camaragibe.....	174
Figura 66 -	Rua Amélia (setor 4). (A) Vista panorâmica do setor com muros de arrimo e escadaria hidráulica, mas ainda com obras paliativas pontuais, como colocação de lonas. (B) Moradia localizada à esquerda da escadaria com revestimento de gramíneas sem manutenção e lonas desgastadas na encosta.....	175
Figura 67 -	Rua Quinze de Novembro (setor 6), avaliação periódica. (A) Trinca extensa, indicando movimentação da encosta em rastejo, em março de 2021. (B) Deflagração de processo de escorregamento ocorrido em novembro de 2021.....	176
Figura 68 -	Encosta declivosa, com cortes no talude para construção de moradias.....	177
Figura 69 -	Rua Moreira Sales (setor 7). A- Visão panorâmica do setor, com áreas mais planas no início da rua (em períodos chuvosos devido à falta de drenagem têm suas casas alagadas) e nas áreas mais declivosas o acesso é por meio de escadaria. B- Escadaria de acesso para o setor com falta de manutenção.....	180
Figura 70 -	Uma das casas interditadas pela Defesa Civil, com a marcação indicada na parede em vermelho, onde é observado encosta com processo erosivo e colocação de lonas plásticas já em processo de degradação.....	183
Figura 71 -	Rua Amendolândia (Setor 5). A – Vista panorâmica do setor 5, onde observa-se ausência de obras de infraestrutura em terrenos declivosos. B – Casa interditada pela Defesa Civil, com medidas paliativas (lonas) e muros de arrimo.....	184

Figura 72 - Setores de risco classificados pelo mapeamento técnico da CPRM salienta-se que os limites do Bairro dos Estados foram extrapolados para esse mapeamento.....	185
Figura 73 - Análise comparativa dos parâmetros físicos do relevo (declividade, curvatura, orientação da encosta e geomorfológico).....	188
Figura 74 - Comparação entre mapas de vulnerabilidade (A) e de risco (B).....	189

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Ordem cronológica de iniciativas globais criadas para redução de desastres.....	57
Quadro 2 - Lista das 20 melhores características de resiliência a desastres elencadas por Twigg (2009).....	60
Quadro 3 - Dez passos essenciais para construir cidades resilientes referentes às ações que devem fazer parte do planejamento (redução de desastres e projetos de desenvolvimento urbano).....	62
Quadro 4 - Prioridades de Ação do Marco de Sendai.....	64
Quadro 5 - Distribuição das áreas de risco para efeito operacional da Defesa Civil, cujo Bairro dos Estados localiza-se na área I.....	101
Quadro 6 - Categorias de análise (vulnerabilidade física e social) e pesos utilizados em cada índice.....	116
Quadro 7 - Critérios para a determinação dos graus de risco a escorregamentos (linguagem participativa).....	121
Quadro 8 - Proposta de instrumentos que foram realizados nas áreas de risco do bairro dos Estados, mediante as prioridades do Marco de Ação de Sendai.....	124
Quadro 9 - Metodologias e ações para cada objetivo estabelecido pelo Marco de Sendai.....	191
Quadro 10 - Indicação de medidas mitigatórias estruturais e não estruturais para cada setor de risco mapeado.....	192

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Episódios de escorregamentos no município de Camaragibe entre 1994 e 2019 e número de óbitos.....	30
Tabela 2 - Critérios para a determinação dos graus de risco a escorregamentos.....	45
Tabela 3 - Trabalhos pretéritos que utilizaram a metodologia proposta pelo Ministério das Cidades e IPT (2007), classificando o grau de risco em R1, R2, R3 e R4 em setores de risco.....	46
Tabela 4 - Critérios criados pelas comunidades e utilizados para classificação de percepção de perigo de inundação na cidade de Naga (Filipinas).....	53
Tabela 5 - Indicação dos bairros das Regiões Político Administrativa de Camaragibe com destaque ao bairro dos Estados.....	72
Tabela 6 - Precipitação mensal do período de 2009 a 2020, com destaque para os anos e 2009, 2011 e 2019 (anos com maiores ocorrências de escorregamentos e perdas humanas que resultaram em óbitos).....	87
Tabela 7 - Classes de suscetibilidade gerada pelo modelo SHALSTAB.....	105
Tabela 8 - Parâmetros mecânicos do solo utilizados por Santos (2020) no modelo SHASLTAB para geração dos cenários de suscetibilidade a escorregamentos em Camaragibe. Destacou-se o cenário IV, considerado de melhor acurácia e utilizado nesta pesquisa. As áreas de coleta foram indicadas na Figura 4.3 para diferenciação dos cenários (dados especializados).....	106
Tabela 9 - Classificação das vulnerabilidades específicas de cada índice.....	145
Tabela 10 - Coleta de lixo por setores.....	149
Tabela 11 - Coleta de lixo por setores.....	152
Tabela 12 - Número aproximado de moradias por setor de risco.....	157
Tabela 13 - Comparação entre o grau de risco participativo e técnico, no qual alguns graus de risco foram discordantes nas duas análises.....	186

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	19
1.1	OBJETIVOS.....	23
2	EMBASAMENTO TEÓRICO.....	24
2.1	ESCORREGAMENTOS: BASES TEÓRICAS E HISTÓRICO DE OCORRÊNCIAS NO MUNICÍPIO DE CAMARAGIBE (PE).....	24
2.2	ÁREAS DE RISCO, SUSCETIBILIDADE, VULNERABILIDADE E TÉCNICAS DE MAPEAMENTO.....	36
2.2.1	Mapeamentos Participativos e Aplicação para Diagnóstico de Risco a Escorregamentos.....	48
3	O BAIRRO DOS ESTADOS, NO CONTEXTO DO MUNICÍPIO DE CAMARAGIBE, RMR (PE).....	69
3.1	ASPECTOS FÍSICOS E HISTÓRICO DE ESCORREGAMENTOS DO BAIRRO DOS ESTADOS.....	75
3.2	ASPECTOS ANTRÓPICOS, ÁREAS DE RISCO E MEDIDAS MITIGATÓRIAS.....	93
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	102
4.1	AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE.....	103
4.1.1	Modelo Shalstab.....	103
4.1.2	Parâmetros Geomorfológicos do Relevo.....	107
4.1.3	Inventário de Escorregamentos e Validações (Modelo <i>Shalstab</i> e Parâmetros Geomorfológicos).....	110
4.2	ELABORAÇÃO DO MAPA DE SETORES DE VULNERABILIDADE E RISCO.....	111
4.3	AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE.....	113
4.4	MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO A PARTIR DA ABORDAGEM PARTICIPATIVA.....	119
4.4.1	Critérios para Amostra Participante.....	123
4.5	ELABORAÇÃO DE MODELO MITIGATÓRIO ESTRUTURAL E NÃO ESTRUTURAL – MARCO DE SENDAI.....	124
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	126
5.1	CICATRIZES DE ESCORREGAMENTOS, MAPAS DE PARÂMETROS GEOMORFOLÓGICOS E MAPA DE SUSCETIBILIDADE.....	126

5.1.1	Cenário Shalstab.....	141
5.2	MAPA DE VULNERABILIDADE FÍSICA E SOCIAL.....	144
5.3	MAPA PARTICIPATIVO DE ÁREAS DE RISCO A ESCORREGAMENTOS.....	157
5.3.1	Ficha para Mapeamento Participativo.....	159
5.3.2	Graus de Risco Classificados pela População Local.....	163
5.3.2.1	Setor de Risco – R1.....	163
5.3.2.2	Setor de Risco – R2.....	168
5.3.2.3	Setor de Risco - R3.....	177
5.3.2.4	Setor de Risco - R4.....	181
5.3.2.5	Análise Comparativa de Grau de Risco (Abordagem Participativa e Grau Técnica).....	186
5.4	ANÁLISE COMPARATIVA E MODELO MITIGATÓRIO ESTRUTURAL E NÃO ESTRUTURAL.....	187
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	194
	REFERÊNCIAS.....	197
	ANEXOS.....	212
	ANEXO A: PARECER CONSUBSTANCIADO EMITIDO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (PÁGINA 1).....	212
	ANEXO B: PARECER CONSUBSTANCIADO EMITIDO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (PÁGINA 2).....	213

1 INTRODUÇÃO e JUSTIFICATIVA

Diante do contexto de recorrentes escorregamentos no Brasil, principalmente em períodos de chuvas intensas, foi promulgada a Lei Federal nº12.608, que estabeleceu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012), mas que só teve sua regulamentação em 2020 – Decreto Nº 10.593, de 24 de Dezembro de 2020. Essa legislação, entre outras atribuições, tornou dever da União, dos Estados e dos municípios adotarem medidas necessárias para a redução de riscos, tais como, métodos de previsão e de mitigação para conter situações de perigo, ao ser instituído o Cadastro Nacional de Municípios com Áreas Suscetíveis à Ocorrência de Deslizamentos de Grande Impacto, Inundações Bruscas ou Processos Geológicos ou Hidrológicos Correlatos (Brasil, 2020).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), 59,4% dos municípios brasileiros ainda não possuem nenhum instrumento de gestão de riscos. Ainda nesse contexto, apenas 11,4% apresentam um Plano Diretor que contemple a prevenção de escorregamentos e, somente, 1,7% contem uma legislação específica para prevenção dos mesmos (IBGE, 2017). Tais percentuais indicam que ainda existem lacunas na gestão de riscos no país, especialmente, na incorporação de modelos de resiliência.

O conceito de resiliência, mormente um dos principais conceitos que se materializa em instrumentos para a redução de desastres e tem buscado como estratégias conhecer, monitorar e aliar-se aos processos participativos, visando auxiliar em tomadas de decisões (BUDD, 2009; UNISDR, 2012 PEREIRA, 2013). Nesse contexto, quanto mais uma comunidade desenvolve seu potencial de organização, mais prejuízos e danos socioeconômicos poderão ser minimizados (SULAIMAN, 2018).

As respostas às prevenções são mecanismos mais eficientes para reduzir ou até evitar os danos em um desastre, ao preparar e planejar as situações pré, durante e após esses acidentes, na busca atenuar as respostas apenas focadas em situações emergenciais e a assistencialista (PAIN e LAVINE, 2012). Todavia, o gerenciamento do risco de desastres (*Disaster Risk Management - DRM*), instituído pelo Marco de Ação de Hyogo (2005 – 2015), por meio da temática “*Construindo a Resiliência de Nações e Comunidades para desastres*”, considera a resposta aos processos como parte integrante de uma estrutura geral. Este deve abordar não apenas o aviso prévio e a preparação para a resposta, mas também a avaliação da vulnerabilidade e do risco (UNISDR, 2005; PAIN e LAVINE, 2012). Nesse cenário, muitas evidências têm indicado que a exposição de pessoas e ativos a situações perigosas em todos os

países cresce mais rapidamente em relação à redução da vulnerabilidade (UNISDR, 2015).

Para a implementação de uma Gestão de Risco de Desastres (GDR) pautada na resiliência, alguns trabalhos foram desenvolvidos com a construção de indicadores de resiliência (ex. CUTTER *et al.*, 2010; SUASSUNA, 2014; FERREIRA, 2016; PASTORELLI, 2018; NAKILEZA *et al.*, 2017; AKA *et al.*, 2017; CICCOTTI *et al.*, 2020). Estes consideram a criação de estratégias de monitoramento e de mitigação, a avaliação de políticas de gestão de risco e a participação das comunidades no processo ativo de adaptação e de envolvimento na gestão de áreas de risco.

Observa-se, paralelamente, a partir dos trabalhos supracitados, a falta de um banco de dados que auxilie a tomada de decisão, tanto para a comunidade quanto para os órgãos públicos, de modo a se prepararem via planejamento preventivo (NAKILEZA *et al.*, 2017; AKA *et al.*, 2017; RAŠKA, 2019). As metodologias de risco, de vulnerabilidade e de suscetibilidade são, muitas vezes, analisadas isoladamente, no entanto, para a identificação de ações de resiliência se faz necessário a integração destas variáveis.

Tais mapeamentos, no âmbito da redução e da gestão de riscos, permitem o conhecimento e a percepção da área, a partir do fortalecimento das capacidades locais, ressaltando a construção social de riscos e os impactos de desastres. Em outras palavras, permitem que as comunidades possam fazer a leitura do seu espaço, tendo a capacidade de se organizar a ponto de prevenir acidentes. A resiliência da paisagem permite, portanto, a integração das características físicas e antrópicas nos estudos de risco e de vulnerabilidade direcionados para ações futuras, que contribuem com a gestão institucional e com a decisão dos envolvidos (MANYENA, 2006).

Os mapeamentos de áreas de risco tanto técnicos quanto participativos são relevantes para a gestão e a redução de perdas sociais, econômicas e ambientais. O mapeamento participativo tem como propósito incluir populações locais em seu processo de mapeamento, sistematizando e reconhecendo seu conhecimento espacial e ambiental (ACSELRAD, 2008).

Nesse sentido, as raízes metodológicas das abordagens participativas derivam da cartografia social e às metodologias de pesquisas colaborativas (CHAPIN, 2005; CORREIA 2007; ACSELRAD, 2008; LIMA, 2010). A inserção da cartografia social é uma importante ferramenta para o mapeamento participativo, sobretudo, ao utilizar o Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a representação da realidade por meio da cartografia, a fim de auxiliar o planejamento local.

No Estado de Pernambuco, os municípios com maiores ocorrências a escorregamentos

localizam-se, predominantemente, na Região Metropolitana do Recife (RMR) e na Zona da Mata Sul (CEPED, 2013; XAVIER, 2020). Na RMR, onde se localiza o município de Camaragibe, os escorregamentos são em geral do tipo translacional e ocorrem, principalmente, sobre as áreas constituídas por sedimentos da Formação Barreiras no domínio geomorfológico dos Tabuleiros Costeiros (Planalto Sedimentar Litorâneo) (PFALTZGRAFF, 2007; SANTOS, 2020).

Conforme Alheiros *et al.* (2003), a população que ocupa as áreas colinosas de Camaragibe equivalem a 111.174 habitantes. Nesse cenário, dos 164 setores de risco a escorregamentos mapeados pelo Plano Municipal de Redução de Risco do Município (PMRR, 2006), há 34.992 habitantes ou 8.748 famílias em áreas de risco, sujeitas a escorregamentos, principalmente, nas áreas mais íngremes (PMRR, 2006). Ressalta-se que o município possui um Mapa de Risco Geomorfológico mais atual (CPRM, 2018), que inclui setores de Risco Alto (R3) e Muito Alto (R4) para o Bairro dos Estados, no qual um dos setores selecionados pelo mapeamento da CPRM (2018) houve uma intercorrência com a morte de sete pessoas, em um evento de pluviometria intensa em 14 de junho de 2019.

Camaragibe, em sua parte sul, destaca-se o Bairro dos Estados quanto à concentração e ocorrência de escorregamentos translacionais (Figura 1). Estes são potencializados em função de suas características geomorfológicas, potencializadas por aspectos antrópicos de ocupação (assentamentos precários). Nesse sentido, essa pesquisa fundamenta-se na problemática de que a sistematização de mapeamentos de suscetibilidade, de vulnerabilidade e de risco por meio da abordagem participativa, associados a medidas mitigatórias estruturais e não estruturais, podem fornecer ferramentas para uma gestão resiliente de áreas de risco.

Trata-se, assim, de um bairro prioritário, no contexto do município, para o desenvolvimento de uma gestão de risco pautada na resiliência e nos eixos ressaltados pelo Marco de Ação de Sendai, cujo foco é evitar novos riscos, reduzir o existente e aumentar o grau de resiliência (UNISDR, 2015). O referido bairro de acordo com a catalogação de escorregamentos realizada por Xavier (2020) apresentou cerca de 96 ocorrências dos 389 registradas para todo o município de Camaragibe entre 2013 e 2018.

Figura 1 - Encosta no Bairro dos Estados com ocupações em áreas de risco a escorregamento, sem intervenções de obra de infraestrutura ou paliativa como lonas plásticas.



Fonte: Pereira (2021)

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa consiste em **definir ferramentas de resiliência a partir do estudo integrado da suscetibilidade, vulnerabilidade física e social e o grau de risco a escorregamentos com diagnóstico participativo no bairro dos Estados, município de Camaragibe, Região Metropolitana do Recife (PE).**

A fim de atingir o objetivo principal, os **objetivos específicos** propostos são:

1. Avaliar o papel dos parâmetros geomorfológicos do relevo na deflagração dos escorregamentos;
2. Delimitar setores de vulnerabilidade e de risco;
3. Realizar diagnóstico de risco participativo e;
4. Propor um conjunto de ações mitigatórias não estruturais e estruturais para colaborar com ações de resiliência.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Este capítulo aborda as bases teóricas do processo de escorregamento, bem como, o histórico de ocorrências no município de Camaragibe (PE) (2.1). Em seguida, são apresentados os conceitos elementares de áreas de risco, definindo termos fundamentais desta temática (2.2). Por fim, são expostos os conceitos de resiliência e sua contribuição para gestão de risco (2.3).

2.1 ESCORREGAMENTOS: BASES TEÓRICAS E HISTÓRICO DE OCORRÊNCIAS NO MUNICÍPIO DE CAMARAGIBE (PE)

Movimentos de massa são processos superficiais naturais de dinâmica externa, capazes de modelar as formas do relevo (AUGUSTO FILHO, 1992; SELBY, 1993; FERNANDES e AMARAL, 1996; GUIMARÃES *et al.*, 2003). Fazem parte da dinâmica da paisagem e destacam-se como um dos principais processos geomorfológicos responsáveis pela evolução e pela dinâmica do relevo, assim como, outros processos de intemperismo e morfodinâmicos (CROZIER, 1986). Estes remobilizam os materiais ao longo das encostas em direção às planícies, promovendo, juntamente, com os processos erosivos, o recuo das encostas e a formação de rampas coluviais. No entanto, quando ocorrem em áreas ocupadas, podem acarretar problemas, tais como, vítimas e prejuízos materiais e econômicos (FERNANDES e AMARAL, 1996; CARVALHO e GALVÃO, 2006; SANTOS, 2009).

Os principais processos causadores de desastres no Brasil estão relacionados a escorregamentos e a inundações, tendo sua ocorrência associada a intensos e prolongados eventos pluviométricos e à forma indevida de ocupação (CARVALHO e GALVÃO, 2006). Assim, a remoção da vegetação, a execução de cortes e de aterros instáveis para a construção de moradias e vias de acesso, a deposição de lixo diretamente na encosta, a ausência de sistemas de drenagem de águas pluviais e de coleta de esgoto, os lançamentos concentrados de água sobre as encostas, entre outros, provocam a sua aceleração e o seu desencadeamento (DREW, 1983; SELBY, 1993; GUERRA e MARÇAL, 2006; CARVALHO *et al.*, 2007). Dessa forma, os movimentos de massa, sobretudo os escorregamentos, são influenciados por ações antrópicas, principalmente, no Nordeste brasileiro (ALHEIROS e AUGUSTO FILHO, 1997).

Em função dos inúmeros tipos de movimento de massa, houve a necessidade de diferentes classificações, que associam cada tipo de movimento a determinadas características

específicas como: tipo de material, velocidade dos processos e mecanismo do movimento, modo de deformação, geometria da massa movimentada e conteúdo de água (GUERRA e MARÇAL, 2006). As classificações internacionais mais aceitas são as propostas por Hutchinson (1969), Varnes (1984), Sassa (1989). Já no Brasil, destacam-se os trabalhos de Freire (1965), Guidicini e Nieble (1984), IPT (1991) e a mais utilizada, a proposta de Augusto Filho (1992).

Augusto Filho (1992) divide os processos em relação a sua dinâmica, velocidade, geometria e material. Dessa forma, os movimentos de massa são classificados em: escorregamentos; rastejos; quedas de bloco e corridas de detrito.

Escorregamentos classificam-se como movimentos rápidos (m/s), de duração relativamente curta, com volumes definidos, deslocando-se pela ação da gravidade, para baixo e para fora do talude ou da encosta. Apresentam um plano de ruptura bem definido, que permite a distinção entre o material deslizado e aquele que não foi movimentado (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; AUGUSTO FILHO, 1992; SELBY, 1993; FERNANDES; AMARAL, 1996; TOMINAGA *et al.*, 2009; RODRIGUES, 2013). Dessa forma, ocorrem a partir da ruptura das condições de equilíbrio da encosta, definidas por fatores geológicos, geomecânicos e climáticos, tendo as chuvas, um papel fundamental na deflagração desses processos.

Além de considerar a geometria e a natureza dos materiais instáveis, os escorregamentos podem ser subdivididos em três tipologias: rotacionais ou circulares, translacionais ou planares e em cunha, sendo os escorregamentos translacionais aqueles que mais se destacam em Camaragibe (Figura 2) (IPT, 1991; AUGUSTO FILHO, 1992; SELBY, 1993; FERNANDES; AMARAL, 1996; TOMINAGA *et al.*, 2009; RODRIGUES, 2013).

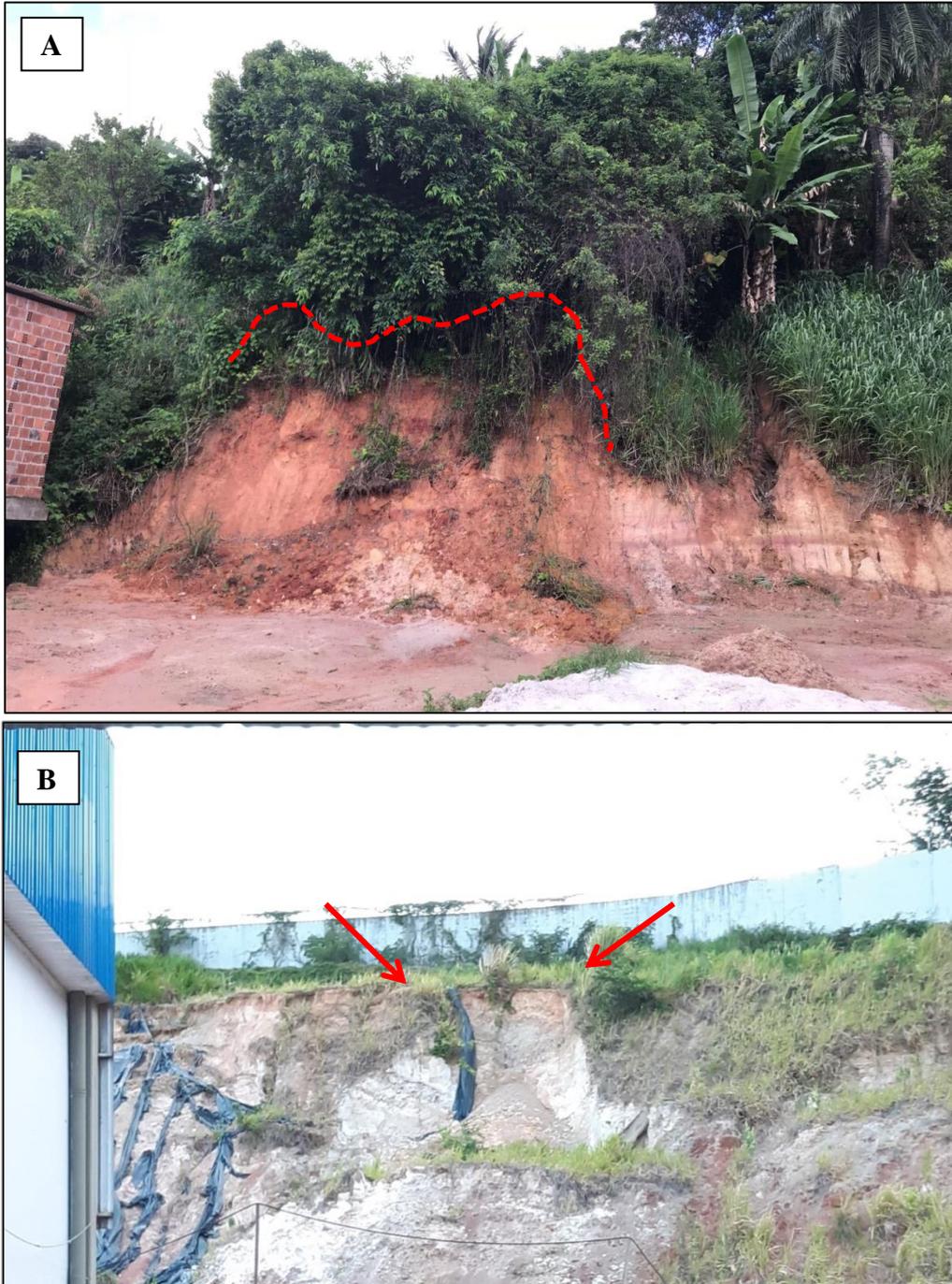
Escorregamentos rotacionais ou circulares caracterizam-se pela presença de um plano de ruptura curvo, côncavo para cima, sendo comum a ocorrência de uma série de rupturas (AUGUSTO FILHO, 1992). A condição que mais favorece esse tipo de movimentação é a ocorrência de solos profundos e homogêneos, associados a maior infiltração e percolação da água, assim como, aterros, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas (GUIDICINI e NIEBLE, 1983; AUGUSTO FILHO, 1992; DIAS e HERRMANN, 2002; FERNANDES e AMARAL, 2003; CARVALHO *et al.* 2007; PFALTZGRAFF, 2007).

Os translacionais são condicionados por estruturas geológicas planares (Figura 2), cuja ruptura pode ocorrer no contato com a rocha subjacente, caracterizando-se pelo movimento para frente e para baixo do material, deslizando ao longo de uma superfície mais ou menos

plana (AUGUSTO FILHO, 1992; SELBY, 1993; FERNANDES; AMARAL, 1996). A descontinuidade mecânica e/ou hidrológica existente no interior do material pode derivar da atividade de processos geológicos, geomorfológicos ou pedológicos, ocorrendo, normalmente, em encostas íngremes (AUGUSTO FILHO, 1992; SELBY, 1993; FERNANDES e AMARAL, 2003; CARVALHO *et al.*, 2007).

Escorregamentos do tipo cunha caracterizam-se pela movimentação ao longo de um eixo formado pela intersecção de estruturas planares em maciços rochosos, com dois planos de fraqueza (Figura 2) (FERNANDES; AMARAL, 2003; CARVALHO *et al.*, 2007). São mais comuns em taludes de corte ou encostas que sofreram algum tipo de interferência natural ou antrópica (FERNANDES e AMARAL, 2003; CARVALHO *et al.*, 2007; LISTO, 2011).

Figura 2 - (A) Exemplo de escorregamento translacional no Bairro dos Estados, Região Político Administrativa (RPA I) de Camaragibe (PE). **(B)** Exemplo de escorregamento em cunha com a presença de lonas em deterioração no Bairro Novo do Carmelo (RPA I), município de Camaragibe (PE).



Fonte: Autora (A- 2018 e B- 2020).

Augusto Filho e Virgili (1998) relatam que os fatores condicionantes para a deflagração de escorregamentos, em linhas gerais, constituem uma cadeia de eventos, muitas vezes de carácter cíclico, desde a formação da rocha até sua história geológica e geomorfológica, como movimentos tectônicos, intemperismo e ação antrópica. Dos fatores condicionantes naturais, destacam-se a litologia (a estrutura geológica), o solo, a cobertura vegetal, a declividade, a forma da encosta e a pluviometria.

A litologia refere-se às características de textura, composição mineralógica e outras características com influência determinante no cisalhamento, no intemperismo físico ou químico e na permeabilidade da rocha para estabilidade da encosta (VARNES, 1984; PANT, 1991). O solo influencia por meio da distribuição de partículas, granulometria, porosidade, resistência ao cisalhamento e características hidrológicas (SIDLE *et al.*, 1985; FERNANDES *et al.*, 2001).

As coberturas vegetais com raízes resistentes ao cisalhamento promovem a sustentação do substrato rochoso e impermeabilizam o solo diminuindo a saturação da água, ou seja, as raízes propiciam um maior grau de resistência dos solos (SIDLE *et al.*, 1985; CASSETI, 2005). Contudo, também podem promover a desestabilização da encosta devido ao porte da vegetação inadequado, peso, ação do vento sobre a copa das árvores, entre outras (SIDLE *et al.*, 1985; CASSETI, 2005).

A pluviometria é um fator condicionante bastante relevante em ambientes tropicais úmidos, tal como, a Região Metropolitana do Recife (RMR) (VARNES, 1984). Para sua deflagração são necessários eventos, geralmente, com precipitação intensa e prolongada. Além disso, é importante ser realizada a análise da precipitação acumulada, responsável pela saturação do solo (DE PLOEY e CRUZ, 1979; TATIZANA *et al.*, 1987; WOLLE e CARVALHO, 1989)

Topograficamente, as formas côncavas, por serem zonas de convergência de sedimentos e de fluxos d'água, favorecem os escorregamentos (DIETRICH e DUNNE, 1978; GUERRA, 1997; FERNANDES e AMARAL, 1996). Já as encostas retilíneas potencializam processos erosivos de grande velocidade, apresentando um alto grau de suscetibilidade quando correlacionadas a declividades ao longo do seu perfil, pois facilita o rápido deslocamento dos materiais superficiais (DIETRICH e DUNNE, 1978; SELBY, 1993). Nas encostas convexas, os fluxos são distribuídos para diversas direções na encosta, apresentando um grau menor de instabilidade (DIETRICH e DUNNE, 1978; SELBY, 1993).

Os fatores condicionantes antrópicos manifestam-se pela presença de cortes e de

aterros nas encostas para construção de moradias, acúmulo de lixo, desmatamentos, inexistência de rede de drenagem, desmatamento, cultivo inadequado, entre outras pressões antropogênicas, que deflagram os processos (IPT, 1991; GUERRA, 1997; ALHEIROS *et al.*, 2003; CARVALHO e GALVÃO, 2006).

A ocupação de áreas suscetíveis a escorregamentos por assentamentos precários vulneráveis tem construído áreas de risco de escorregamentos evidenciada em áreas urbanas que cresceram precariamente sem infraestrutura urbana e serviços públicos, tais como, calçamento das vias de acessos, drenagens, coleta de águas servidas, esgotos e coleta de lixo, entre outras. Os assentamentos precários com loteamentos populares de baixa renda caracterizam-se pela construção de residências de forma autônoma sem avaliações técnicas de padrão construtivo, interferindo na vulnerabilidade das moradias. Estas ao serem afetadas por um escorregamento encontram maior dificuldade de restabelecer a condição anterior (CARVALHO e GALVÃO, 2006; GUERRA e MARÇAL, 2006; TOMINAGA, 2007; SUDMEIER-RIEUX, 2011).

As encostas da Região Metropolitana de Recife (RMR) apresentam alta instabilidade potencial aos escorregamentos, quando submetidas à convergência de elementos desencadeadores, derivados dos tipos de ocupação, de eventos climáticos e das características intrínsecas da paisagem (topográficas e geológicas), manifestada pela ocorrência de processos erosivos e por escorregamentos sobre as coberturas sedimentares miocênicas da Formação Barreiras (ALHEIROS e AUGUSTO FILHO, 1997; SANTOS e LISTO, 2018). Estas são potencializadas pelas áreas antropizadas (pressões antropogênicas), que aumentam a incidência dos processos (ALHEIROS e AUGUSTO FILHO, 1997; ARAI, 2006; SANTOS e LISTO, 2018).

A RMR é composta por 15 municípios, dentre eles, Recife, Jaboatão dos Guararapes e Camaragibe, destacam-se por apresentarem um maior número de moradias em áreas de risco a escorregamentos (PFALTZGRAFF, 2007; XAVIER, 2020). Dos municípios mais atingidos na RMR por escorregamentos, entre 2005 e 2007, estimou-se uma população de 693 mil habitantes em áreas de risco (nos municípios de Recife, Jaboatão dos Guararapes e Camaragibe), com 280 mil habitantes em Recife; 370 mil em Jaboatão dos Guararapes e 43 mil em Camaragibe (BANDEIRA, 2010). Especificamente para Camaragibe, o número de óbitos causados por escorregamentos entre 1994 e 2019 tem sido recorrente principalmente nas localidades em que não possuem infraestrutura, caracterizando-se por assentamentos precários (Tabela 1 e Figura 3).

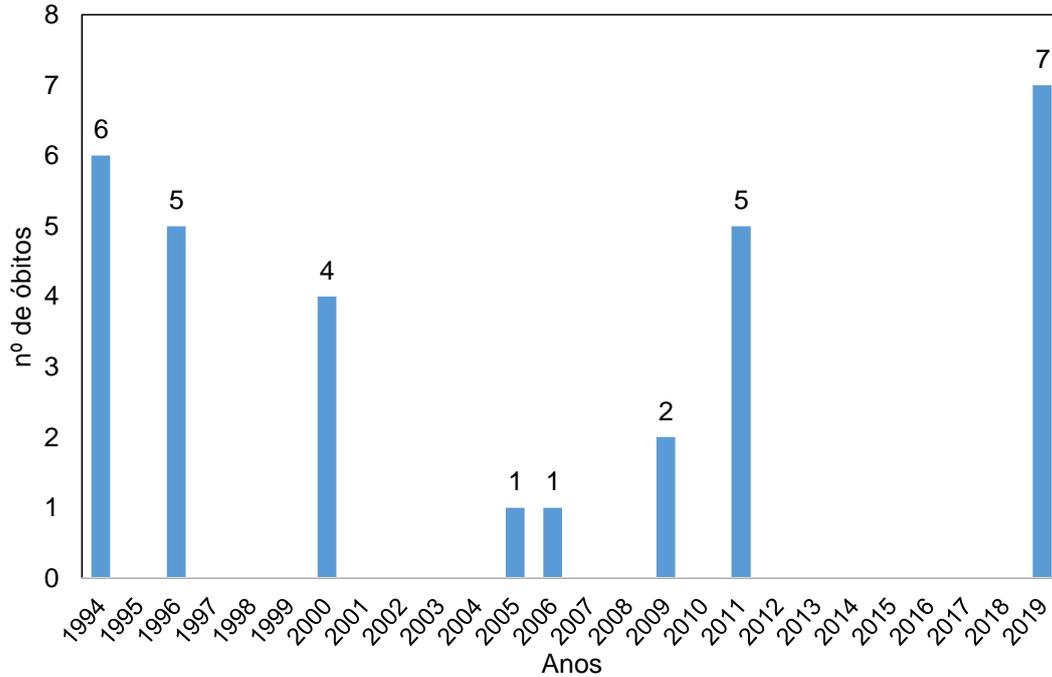
Xavier (2020), por exemplo, realizou o inventário de escorregamentos para o estado de Pernambuco no período de 2019 a 2020, mapeando 1620 ocorrências para os municípios de Jaboatão dos Guararapes, 844 para Recife, 398 ocorrências para Camaragibe, 146 para Ipojuca, 22 para Olinda e 10 ocorrências para Paulista (Figura 4).

Tabela 1- Episódios de escorregamentos com número de óbitos no município de Camaragibe entre 1994 e 2019

ANO	LOCAL (bairro)	OBSERVAÇÕES	Nº DE ÓBITOS
1994 (30/03/1994)	Alto Sto. Antônio	Chuvas intensas	6
1996 (28/04/1996)	Carmelitas	Chuvas intensas 1ª Trav. Av. São Paulo	5
	B. dos Estados	Chuvas intensas Rua Paraná	
	Alto Sto. Antônio	Rua 24 de Outubro Escadaria Antônio Camilo	
2000 (01/08/2000)	Ostracil	Chuvas intensas	4
	Alto Sto. Antônio	Execução de obras (muro de arrimo)	
2006	Alto da B. Vista	Escorregamento devido à execução de muro de arrimo Rua Manoel Honorato	1
2009 (22/02/2009)	Tabatinga	Escorregamento devido à tubulação clandestina de água das chuvas	1
2009 (08/09/2009)	Bairro dos Estados	Escorregamento devido à escavação irregular	1
2011 02/05/2011	Bairro dos Estados	Escorregamento atrás da casa	1
2011 16/07/2011	Ostracil /Tabatinga	Escorregamento	4
2019	Bairro dos Estados	Rua Bom Jesus Escorregamento por fortes chuvas	7

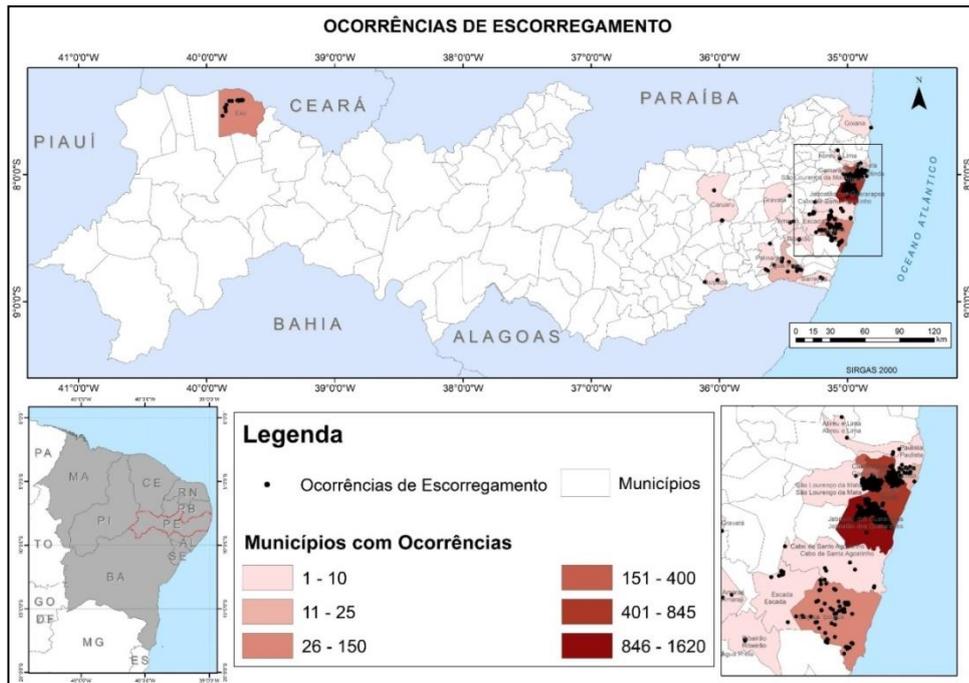
Fonte: Defesa Civil do Município de Camaragibe (2018) e G1 Pernambuco (2019).

Figura 3 – Número de óbitos causados por escorregamentos em Camaragibe entre 1994 e 2019.



Fonte: Santos (2020).

Figura 4: Mapa de ocorrências de escorregamentos (inventário) para o estado de Pernambuco, com destaque a RMR. No município de Camaragibe foram inventariadas 389 ocorrências de 2003 a 2018.



Fonte: XAVIER (2020).

Oliveira *et. al.* (2006) afirmam que a instalação da população menos favorecida no município de Camaragibe ocorreu em áreas de instabilidade geológica, caracterizada pela Formação Barreiras em um sistema deposicional de leque distal. Nestas, predominam escorregamentos em encostas declivosas e precariamente ocupadas (Figura 5). Assim, muitos processos foram deflagrados em função de condicionantes antropogênicos, tais como, cortes inadequados, deposição de resíduos sólidos, entre outros, potencializados por eventos de intensa precipitação (OLIVEIRA *et. al.* 2006).

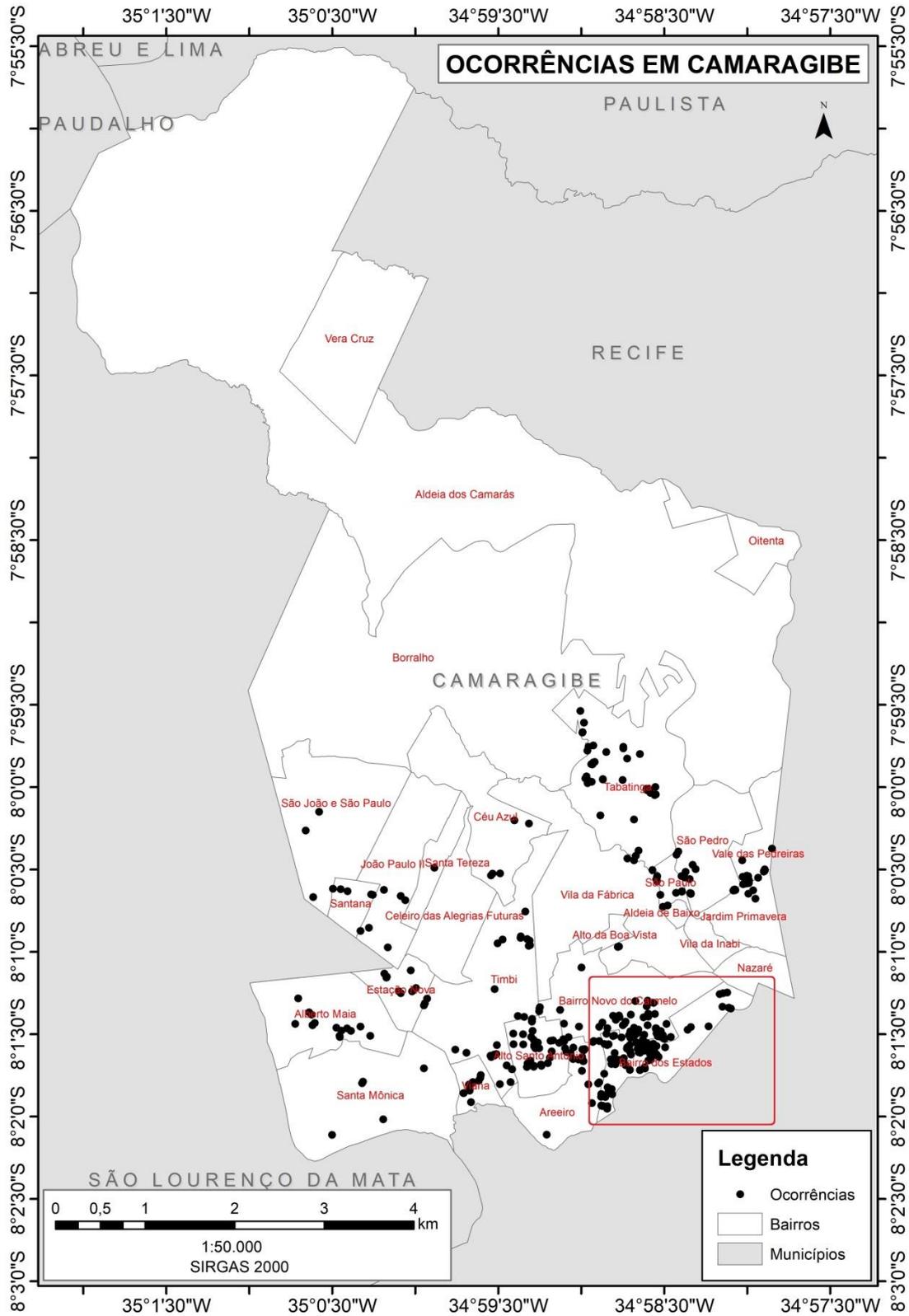
Conforme Xavier (2020), as ocorrências de escorregamentos em Camaragibe concentram-se a sudeste no município, áreas de maior adensamento populacional e concentração do número de óbitos (Figura 6). Dessa forma, destacam-se os seguintes bairros: dos Estados, Novo do Carmelo, Alto Santo Antônio, Areeiro, Viana, Timbi e Tabatinga. Assim, o bairro dos Estados concentra a maior quantidade de escorregamentos (96 processos) (Figura 7) em seguida, Bairro Novo do Carmelo (58 escorregamentos), Tabatinga (36), Alto Santo Antônio (33), Timbi (26), Areeiro (24) e São Pedro (22) (XAVIER, 2020).

Figura 5: (A) Cicatriz de escorregamento e ocupações inadequadas em áreas de risco no bairro dos Estados, município de Camaragibe-PE. (B) Vista panorâmica de áreas colinosas do município densamente ocupadas e com medidas mitigatórias paliativas (lonas), no referido bairro.



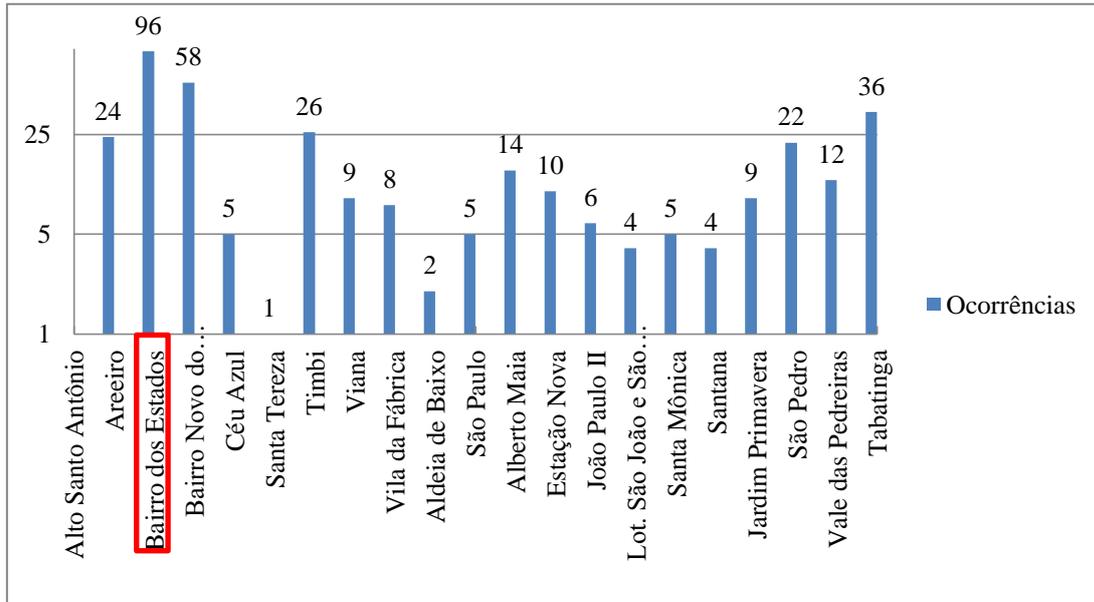
Fonte: CPRM (2014).

Figura 6: Mapa de ocorrências de Escorregamentos no município de Camaragibe (PE) com destaque ao bairro dos Estados.



Fonte: Xavier (2020).

Figura 7: Ocorrência de escorregamentos em Camaragibe entre 2013 e 2018, com destaque ao bairro dos Estados (maior concentração).



Fonte: Xavier (2020)

2.2 ÁREAS DE RISCO, SUSCETIBILIDADE, VULNERABILIDADE E TÉCNICAS DE MAPEAMENTO

Áreas de risco caracterizam-se por setores que podem ser atingidos por processos naturais e/ou induzidos por ações antrópicas. A população que habita tais áreas está sujeita a danos de integridade física, perdas materiais e patrimoniais (CARVALHO *et al.*, 2007). Considerando-se a aceleração e o desencadeamento de escorregamentos a partir de ações antrópicas, destacam-se os efeitos da urbanização, com crescente saturação nas grandes cidades, sobretudo aquelas com planejamento excludente, das quais, ocorrem ocupações impróprias em áreas suscetíveis.

O conceito de suscetibilidade relaciona-se à probabilidade espacial de ocorrência de um evento em uma determinada área, ou seja, a possibilidade natural de um escorregamento em função da declividade, da geologia, da geomorfologia, da cobertura pedológica, entre outros fatores condicionantes do meio físico (THIERY *et al.*, 2006). Áreas mais suscetíveis poderão ter maior grau de risco, logo, a suscetibilidade é uma característica inerente ao meio e que representa a fragilidade do ambiente frente aos movimentos de massa (ALHEIROS *et al.*, 2004).

A representação espacial e o uso da modelagem em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tornou-se uma alternativa para a previsão destes processos, promovendo celeridade na obtenção de mapas de suscetibilidade, mesmo em áreas de difícil acesso. Dentre inúmeros métodos, existem vários tipos de modelos matemáticos em bases físicas para a identificação de áreas com predisposição a escorregamentos translacionais, tais como, o modelo SHALSTAB (*Shallow Landsliding Stability Model*). Este foi desenvolvido por Montgomery e Dietrich (1994) nos Estados Unidos e determina a suscetibilidade por meio de valores absolutos (MONTGOMERY e DIETRICH, 1994).

O SHALSTAB calcula em cada pixel de um raster o grau de suscetibilidade a ocorrência de escorregamentos translacionais rasos por meio da razão entre a quantidade de chuva e a transmissividade do solo (q/T), utilizando parâmetros topográficos e mecânicos do solo (MONTGOMERY e DIETRICH, 1994). A direção da encosta influenciará na quantidade de água necessária para ocasionar a saturação do solo, condicionando o escorregamento.

O cálculo é realizado por meio da combinação entre um modelo de estabilidade de encosta (baseado no método do talude infinito) e um modelo hidrológico, que considera o estado uniforme de recarga e utiliza parâmetros hidrológicos na estimativa do grau de

saturação do terreno (MONTGOMERY; DIETRICH, 1994; DIETRICH; MONTGOMERY, 1998).

Na combinação entre os modelos de estabilidade e hidrológico, são incorporados, respectivamente, os parâmetros topográficos (ângulo da encosta e área de contribuição), obtidos a partir de um Modelo Digital do Terreno, e as propriedades físicas/mecânicas do solo (coesão, ângulo de atrito interno, espessura do solo, peso específico, entre outros) (MONTGOMERY e DIETRICH, 1994). A combinação destes modelos, resolvida pela rotina automatizada do SHALSTAB, é demonstrada pela Equação 1, expressando a suscetibilidade da encosta em função da razão q/T .

$$\frac{q}{T} = \frac{b}{a} * \text{sen}\theta * \left[\frac{c'}{\gamma_w * g * z * \cos^2\theta * tg\phi_1} + \frac{\gamma_s}{\gamma_w} * \left(1 - \frac{tg\theta}{tg\phi_1} \right) \right] \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde: q é a intensidade da chuva (mm); T a transmissividade do solo (m^2/dia), ou seja, o produto entre a condutividade hidráulica saturada e a espessura do solo; b o comprimento de contorno unitário que equivale à resolução espacial do grid (m); a é a área de contribuição ou área drenada a montante (m^2); θ a declividade (graus); c' é o intercepto de coesão efetiva (kPa); γ_θ é o peso específico do solo saturado (kg/m^3); γ_w é o peso específico da água (kg/m^3); g é a aceleração da gravidade (m/s^2); z a espessura do solo (m); σ é a tensão normal no momento de ruptura (kPa).

A utilização deste modelo de análise de suscetibilidade vem sendo aplicado em pesquisas nacionais e internacionais que envolvam escorregamentos translacionais rasos desde o início dos anos 2000. Todos estes obtiveram sucesso na localização de áreas instáveis e na ocorrência de cicatrizes, conforme indicados a seguir.

No Brasil, destacam-se alguns exemplos, tais como, os trabalhos de Fernandes *et al.* (2001) nas bacias dos rios Papagaio e Quitite (RJ) ao avaliar os condicionantes geomorfológicos dos escorregamentos; Guimarães *et al.* (2003) ao descreverem os fundamentos que envolvem a utilização do SHALSTAB; Ramos *et al.* (2003) ao aplicarem o modelo na área do subúrbio ferroviário de Salvador (BA); Listo e Vieira (2012) na bacia do Alto Aricanduva (RMSP); Faria (2013) no Córrego do Yung, situado no município de Juiz de Fora/MG; Sbroglia (2015) na microbacia do Ribeirão Baú (SC); Santos (2020) com aplicação do modelo para o município de Camaragibe/PE, além de outras pesquisas com significativa relevância.

Na literatura internacional, Montgomery e Dietrich (1994) realizaram a primeira aplicação do SHALSTAB, da qual, os autores geraram cenários para três bacias hidrográficas (*Tennessee Valley*, *Mettman Ridge* e *Split Creek*) localizadas nos estados de Washington,

Oregon e Califórnia nos Estados Unidos (EUA). Dentre alguns dos trabalhos mais recentes, destacam-se, pelos resultados satisfatórios obtidos, os de Aronica *et al.* (2012) na Sicília (Itália); Teixeira *et al.* (2014) na bacia de Tibo (Portugal); Kim *et al.* (2016) na cidade de Kangwon (Coreia do Sul); e Sarkar *et al.* (2016), no Himalaia (Índia).

Dentre as vantagens da automatização dos processos na modelagem destaca-se a rapidez na obtenção dos resultados, a eliminação do erro humano em etapas do processo (a suscetibilidade é calculada por meio de bases físicas independente da opinião direta do pesquisador) e a possibilidade de testar diferentes parâmetros de forma ágil (MONTGOMERY e DIETRICH, 1994; SBROGLIA *et al.*, 2017). Suas limitações estão relacionadas à aplicação do modelo em áreas de solo espesso, áreas com baixa declividade, afloramentos de rochas e paredões rochosos.

Com relação à vulnerabilidade, IPT (1991) já havia definido como o grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade em uma determinada área suscetível a um processo. A mesma é potencializada por aspectos socioeconômicos/vulnerabilidade social (densidade populacional, distribuição de renda, educação) e aspectos estruturais/vulnerabilidade física (uso e ocupação da terra, tipologia das edificações, falta de planejamento, entre outros) (IPT, 1991; WILCHES-CHAUX, 1993; DUTRA, 2011).

Nesse sentido, a vulnerabilidade social é, geralmente, avaliada por índices baseados em um conjunto de indicadores socioeconômicos (ex. idade, sexo, deficiência) que podem ser ponderados (GUILLARD-GONÇALVES e ZÊZERE, 2018). A vulnerabilidade física pode ser definida como um relacionamento funcional entre a magnitude dos processos, os impactos nos elementos estruturais ao risco e valores expostos (GUILLARD-GONÇALVES e ZÊZERE, 2018).

As características antrópicas podem expressar o grau de vulnerabilidade, isto é, a predisposição de um sujeito, de um sistema ou de um elemento, ser afetado por ocasião de um acidente (ALHEIROS *et al.*, 2004). A vulnerabilidade é, portanto, um conceito multidimensional, uma vez que possui várias facetas (físicas, sociais, econômicas, ambientais e institucionais) (WILCHES-CHAUX, 1993; CUTTER *et al.*, 2008; GUILLARD-GONÇALVES e ZÊZERE, 2018). A mesma auxilia na identificação de características e experiências de comunidades que lhes permitem responder e se recuperar das consequências geradas por desastres (associando-se ao conceito de resiliência). Assim, a definição do grau de vulnerabilidade é uma questão coletiva, institucional, comunitária e social com implicações culturais, econômicas e políticas (GONÇALVEZ, 2010).

Para serem compreendidos os cenários de maior ou menor vulnerabilidade, faz-se necessário a gestão do risco e a compreensão da dinâmica dos processos físico-naturais, incluindo categorias como processos sociais, econômicos e políticos (CANIL, *et al.* 2020). A abordagem analítica dessas categorias para análise dos espaços vulneráveis é tratada de uma forma incipiente no Brasil, devido à falta de comunicação entre as questões econômicas e políticas para o planejamento de risco do território nacional (LONDE *et al.*, 2018; MARCHEZINI *et al.*, 2017; CANIL, *et al.* 2020).

A vulnerabilidade antrópica frente aos desastres é, muitas vezes, influenciada pelo grau de suscetibilidade de um dado sistema, principalmente, em países em desenvolvimento. Nestes, há muitas moradias com menor acesso à infraestrutura adequada, culminando, em áreas de maior exposição aos desastres, tais como, encostas declivosas e próximas a canais de drenagem (AYALA, 2002). Dessa forma, a vulnerabilidade, além de multidimensional, é dinâmica, pois se altera com o tempo; é intrínseca a qualquer comunidade; é dependente da escala, dada que pode ser expressa em diferentes escalas espaciais e é específica do local, implicando que cada área de estudo possa precisar da sua própria abordagem (GUILLARD-GONÇALVES, 2018).

O mapeamento de índices de vulnerabilidade relacionado com áreas de maior predisposição a escorregamentos revela a exposição de comunidades em condições de moradias e de serviços básicos precários. Algumas pesquisas buscaram avaliar a vulnerabilidade, como por exemplo, Rossini-Penteado e Ferreira (2015), ao estudarem onze municípios do Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e São José do Rio Preto (SP).

O referido trabalho baseou-se em unidades homogêneas da paisagem, de forma quantitativa em escala regional, por meio do uso e cobertura da terra, padrão de ocupação urbana e sistema de classificação geológico-geomorfológico-pedológico.

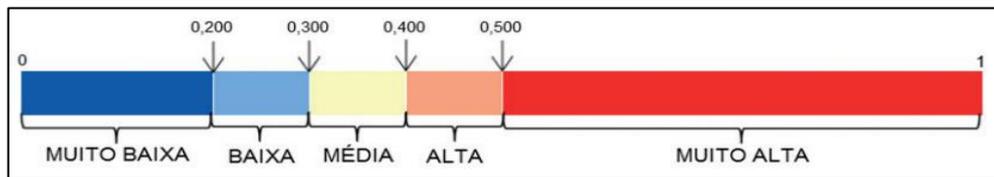
Ainda neste trabalho, a metodologia empregada utilizou dados censitários (de 2010) e interpretação de produtos de sensoriamento remoto (ortofotos digitais) com o agrupamento de dados em classes de atributo relativos ao esgotamento sanitário, ao abastecimento de água, à destinação do lixo, à renda da população e ao número de habitantes por residência (ROSSINI-PENTEADO e FERREIRA, 2015). Utilizaram o cálculo do valor médio ponderado destes atributos para cada setor censitário e obtiveram como principais resultados, por exemplo, ao município de Campos do Jordão (SP), 17,92% de vulnerabilidade muito alta (V4) e 52,24% de vulnerabilidade alta (V3); ao município de Roseira (SP), 46,62% de suas áreas urbanas com vulnerabilidade muito alta (V4) e ao município de Caçapava (SP), aproximadamente

19% de vulnerabilidade muito alta (V4).

Outra metodologia refere-se ao Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) que utiliza dados de 2010, baseado nas Unidades de Desenvolvimento Humano (UDHs), definidas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Para a construção dos indicadores utilizou-se como base o Atlas de Desenvolvimento Humano (ADH) do Brasil. O mesmo destaca as situações indicativas de exclusão e de vulnerabilidade social no território brasileiro, sob uma perspectiva que ultrapassa a identificação da pobreza entendida apenas como insuficiência de recursos monetários (IPEA, 2015).

Conforme o IVS, para a análise da vulnerabilidade social foi considerado três subíndices do mesmo, a saber: i) infraestrutura urbana, ii) capital humano e iii) renda e trabalho. Assim, o IVS é um índice que varia entre 0 e 1, sendo que, quanto mais próximo de 1, maior é a vulnerabilidade social do local (Figura 8).

Figura 8 - Classificação de dados do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), dividido em quatro categorias de vulnerabilidade: Muito Baixa (0 – 0,200); Baixa (0,201 – 0,300); Média (0,301 – 0,400); Alta (0,401 – 0,500) e Muito Alta (0,501 – 1).



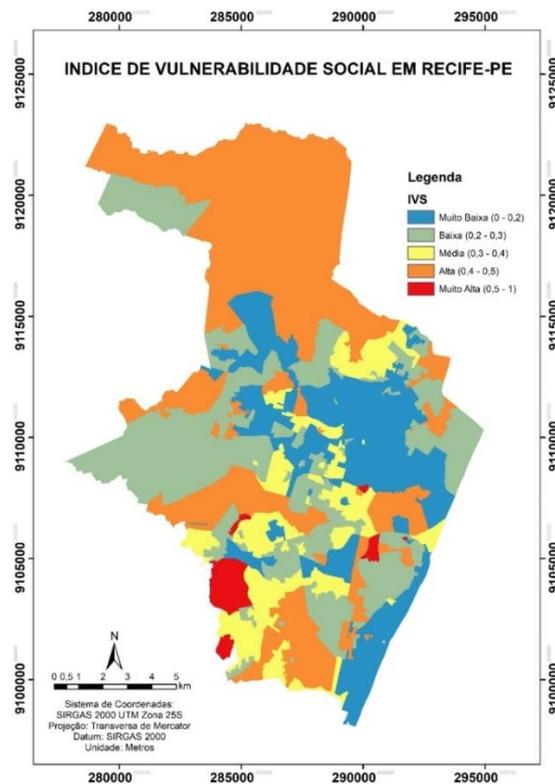
Fonte: IPEA (2015).

Uma das aplicações desta metodologia pode ser exemplificada pelo trabalho de Xavier *et al.* (2019) no município de Recife (PE). Os referidos autores utilizaram o cálculo de risco, considerando atributos de perigo e de vulnerabilidade, no qual, o cálculo do perigo foi realizado a partir da lógica *fuzzy*, permitindo a avaliação de variáveis naturais e antrópicas na deflagração dos escorregamentos, ao considerar fatores como geologia, geomorfologia, solos, declividade, forma do terreno, uso e ocupação da terra. Para o cálculo de vulnerabilidade foram utilizados os dados do IVS (2010), aplicados a unidades de desenvolvimento humano (UDHs) definidas pelo IPEA (2015) (XAVIER *et al.*, 2019).

Os resultados do referido trabalho apresentaram a maior parte das áreas de Recife classificadas com vulnerabilidade muito alta, em setores com formas colinosas e tabuleiros, naturalmente mais suscetíveis aos escorregamentos (Figura 9). De acordo com os autores, foram obtidos resultados satisfatórios ao diferenciar espacialmente as áreas de maior e menor

vulnerabilidade para Recife, no entanto, não foram suficientes para a associação da identificação da intensidade do risco (XAVIER *et al.*, 2019).

Figura 9: Exemplo de Índice de Vulnerabilidade Social aplicado no município do Recife, com a concentração de um Alto IVS para a zona Norte, no qual, predominam áreas colinosas e de tabuleiros precariamente ocupadas.



Fonte: Xavier *et al.* (2019).

Ambas as metodologias (FERREIRA e ROSSINI-PENTEADO, 2015 e IPEA, 2015) possuem como parâmetro a base de dados dos censos demográficos, na qual, são extraídos de questionários utilizados pelo IBGE (2010). Estes utilizam informações que apontam situações de exclusão e de vulnerabilidade frente ao risco de escorregamentos, delimitados pelo setor censitário do IBGE (2010). Para o cálculo de vulnerabilidade, ambas as metodologias utilizaram médias: Ferreira e Rossini-Penteado (2015), por exemplo, usaram a média ponderada das categorias de abastecimento de água; coleta de esgoto; coleta de lixo; ordenamento urbano; índice de instrução e renda. Já o IPEA (2015) utilizou a média aritmética dos subíndices: Infraestrutura Urbana; Capital Humano; Renda e Trabalho.

Além do conceito de vulnerabilidade, torna-se necessária a definição de **risco** e de **perigo**, que muitas vezes, ainda carregam confusões semânticas. **Risco** é a relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo e a magnitude de danos ou consequências socioeconômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade, expresso segundo a Equação 2, utilizada para esta pesquisa (CERRI, 1993).

Risco = Probabilidade x Consequências

(Equação 2)

Fonte: CERRI (1993).

Conforme CERRI e AMARAL (1998), o risco divide-se em atual, quando ocorre em áreas densamente ocupadas com largos problemas de vulnerabilidade, e potencial, que expressa à potencialidade à ocorrência de movimentos de massa em áreas não ocupadas. Dessa forma, quanto maior a vulnerabilidade, maior será o grau de risco.

Para Alheiros *et al.* (2004), o risco é condicionado pelo perigo, pela vulnerabilidade, pela suscetibilidade e pelo grau de exposição. Nesta classificação, o perigo indica a probabilidade de ocorrência do acidente. Segundo Carvalho *et al.* (2007) e UNISDR (2004) - Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres, quanto maior a vulnerabilidade dos elementos antrópicos e a suscetibilidade dos terrenos, maior será o risco (Equação 3).

Risco = Perigo x Vulnerabilidade

(Equação 3)

Fonte: UNISDR (2004).

A equação de risco desenvolvida pela UNISDR (2012) (Equação 4) decorre em função da ameaça (ex. um ciclone, um terremoto, a cheia de um rio), da exposição de pessoas e bens a essa ameaça e das condições de vulnerabilidade (população e bens expostos), posteriormente também foi considerando a capacidade de enfrentamento/resiliência. Tais fatores não são estáticos e podem ser aperfeiçoados, a depender das capacidades institucional e individual em enfrentar e/ou agir para a redução do risco. Os padrões de desenvolvimento social e ambiental podem ampliar a exposição, a vulnerabilidade e o risco (UNISDR, 2012).

Ameaça x Vulnerabilidade x Exposição = Risco de desastre

(Equação 4)

Fonte: UNISDR (2012).

Por sua vez, o **perigo** (*hazard*) é a condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável (CARVALHO *et al.*, 2007). Dessa forma, as condições determinadas pelos fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais podem potencializar a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto dos perigos (UNISDR, 2004). Assim, o desconhecimento do perigo pode aumentar a vulnerabilidade.

Os **mapeamentos de risco**, por sua vez, são instrumentos relevantes de gerenciamento, com vertentes técnicas, sociais e políticas. Podem ser utilizados no auxílio do

planejamento urbano, em indicadores de áreas prioritárias para intervenções (ex. remoção de moradias), nos sistemas de monitoramento de pontos críticos, entre outros (CERRI, 1993; BANDEIRA, 2010; LISTO, 2011).

No Brasil, tais mapeamentos foram concebidos e aplicados a partir de uma abordagem técnica, elaborados por especialistas. Assim, estes realizam pareceres técnicos acerca dos graus de risco das áreas de análise em visitas de campo nas comunidades. Um dos primeiros métodos para o mapeamento de áreas de risco a escorregamentos (e outros processos) no Brasil foi proposto por Cerri (1993), sendo aperfeiçoado por Cerri e Amaral (1998) e outros pesquisadores e órgãos de pesquisa (ex. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo – IPT como pioneiro; Instituto Geológico – IG; Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM; entre outros), cujo mapeamento das áreas ocorre a partir de fichas de campo.

Nestas fichas, inicialmente, são identificados os indicadores naturais, tais como, vegetação, relevo, cobertura superficial e drenagem e os antrópicos (padrão urbano e social de uso da terra, tipologia das construções, estágio de urbanização, densidade de ocupação, condição e padrão das vias de acesso, redes de infraestrutura existentes, distância das moradias em relação à encosta, sistemas de drenagem superficial e intervenções na área). Posteriormente, são verificadas as evidências de movimentação/instabilização, tais como, cicatrizes de escorregamentos, trincas, degraus de abatimento, árvores, postes e muros inclinados, muros e paredes embarrigados, entre outros (MACEDO *et al.*, 2004).

Em 2003, o referido método foi aperfeiçoado pelo IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (MACEDO *et al.*, 2004), em conjunto com o Ministério das Cidades e a Prefeitura do Município de São Paulo, durante o mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e solapamento de margem fluvial no município de São Paulo, na localidade da favela Serra Pelada. O mapeamento possibilitou a avaliação das áreas, com propósito de estabelecer soluções imediatas, de médio e longo prazo para as favelas em situações mais críticas. Neste mapeamento, observou-se que grande parte das situações de risco foi provocada por intervenções antrópicas e ausência de infraestrutura nos 96 assentamentos precários estudados (MACEDO *et al.*, 2004).

No Brasil, a ação de apoio à prevenção e erradicação de riscos em assentamentos

precários do Ministério das Cidades¹ articula, desde 2003, juntamente com o Sistema Nacional de Defesa Civil, um conjunto de ações para redução de risco nas áreas urbanas. Ambos têm como etapa prioritária a realização do diagnóstico de risco por meio de uma avaliação qualitativa (CARVALHO *et al.*, 2007). Além do Plano Plurianual Federal que instituiu o Programa de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres no Plano Plurianual (PPA) da União, com atuação e recursos do governo federal no tema de gestão de risco.

Por sua vez, a avaliação qualitativa baseia-se na estimativa da probabilidade de ocorrência de processos geomorfológicos, a partir da análise empírica de condicionantes e de indícios de ocorrência (CARVALHO *et al.*, 2007). Implicam, dessa forma, na hierarquização das situações de risco, realizada com base na experiência e no julgamento profissional, em função da possibilidade de ocorrência do processo em um determinado período de tempo, ou seja, um mapeamento técnico-científico da área de risco (CARVALHO *et al.*, 2007).

Conforme a metodologia proposta pelo Ministério das Cidades e IPT (2007), o mapeamento de áreas de risco pode ser elaborado em duas escalas (cadastramento ou zoneamento). O cadastramento consiste na apresentação de pontos notáveis sujeitos ao risco, com informações específicas de cada moradia (ex. números de moradores, tipologia da construção, grau de risco da moradia, entre outros, casa a casa) (IPT, 2007).

O zoneamento delimita áreas homogêneas em relação ao grau de risco geomorfológico, no qual, são estabelecidos setores com classes de risco, agrupando-se inúmeras moradias (IPT, 2007). Em ambos os casos, cadastramento ou zoneamento, adota-se a seguinte escala: R1 (grau de risco baixo), R2 (risco médio), R3 (risco alto) e R4 (grau de risco muito alto), conforme os critérios teórico-metodológicos indicados pela proposta do Ministério das Cidades e IPT (2007) (Tabela 2). No Brasil, muitas pesquisas pretéritas já adotaram essa metodologia (Tabela 3).

¹Ministério das Cidades foi criado em 1 de janeiro de 2003 com os objetivos de combater as desigualdades sociais, transformar as cidades em espaços mais humanizados e ampliar o acesso da população a moradia, saneamento e transporte. Órgão extinto com a edição da Lei N° 13.844, de 18 de Junho de 2019. As funções do antigo Ministério foram atribuídas ao Ministério do Desenvolvimento Regional.

Tabela 2- Critérios para a determinação dos graus de risco a escorregamentos.

Grau de Probabilidade	Descrição
<p>R1 Baixo ou sem risco</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. Não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
<p>R2 Médio</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. Observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/ evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p>R3 Alto</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. Observa-se a presença de significativo(s) sinal/ feição/ evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas,</p>
<p>R4 Muito Alto</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. Os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de deslizamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

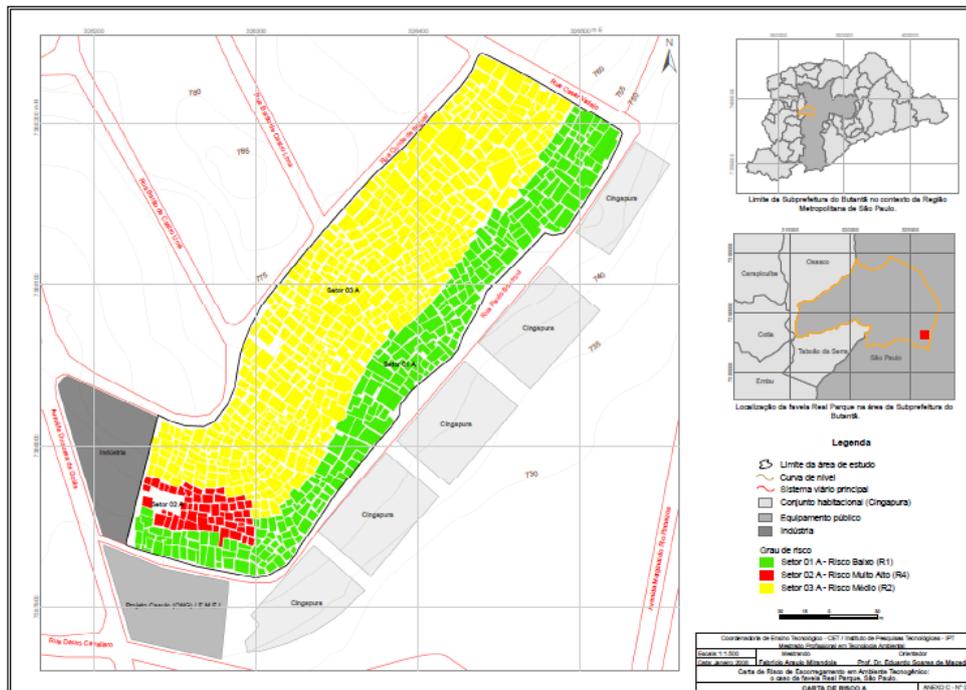
Fonte: Ministério das Cidades e IPT (2007).

Tabela 3- Trabalhos pretéritos que utilizaram a metodologia proposta pelo Ministério das Cidades e IPT (2007), classificando o grau de risco em R1, R2, R3 e R4 em setores de risco.

AUTOR E ANO DE PUBLICAÇÃO	ÁREA DE ESTUDO	NÚMERO DE SETORES DE RISCO
Bandeira (2003)	Município de Camaragibe (PE)	R1 (22 setores); R2 (28 setores); R3 (11 setores); R4 (9 setores) Total = 70 setores
Macedo <i>et al.</i> (2004)	Favelas do Município de São Paulo (SP)	R1 (77 setores); R2 (96 setores); R3 (79 setores); R4 (50 setores) Total = 302 setores
Gomes <i>et al.</i> (2007)	Município de Ouro Preto (MG)	R1 (12 setores); R2 (10 setores); R4 (9 setores) Total = 31 setores
Brollo <i>et al.</i> (2010)	Município de São Luiz do Paraitinga (SP)	R1 (1 setores); R2 (6 setores); R3 (4 setores); R4 (7 setores) Total = 18 setores
Listo e Vieira (2012)	Bacia do rio Limoeiro (SP)	R1 (4 setores); R2 (2 setores); R3 (2 setores); R4 (6 setores) Total = 14 setores
Relatório Técnico – Instituto Geológico (2014)	Município de Campos do Jordão (SP)	R1 (15 setores); R2 (50 setores); R3 (33 setores); R4 (24 setores) Total = 122 setores
Nascimento (2017)	Município de Santa Tereza (ES)	R1 (3 setores); R2 (5 setores); R3 (2 setores); R4 (2 setores); risco muito baixo (5 setores) Total = 17 setores

Mirandola (2008), por exemplo, realizou o mapeamento de risco utilizando a escala de cadastro na comunidade Real Parque em São Paulo (SP). Neste trabalho, o mapeamento foi realizado com foco na análise da base topográfica, fotografias aéreas, Modelo Digital do Terreno, carta de declividade e investigações geológico-geotécnicas de campo. Como resultado foram identificados no setor com Risco Baixo (R1) 253 moradias, no setor com Risco Médio (R2) 524 moradias e para os setores com Risco Muito Alto (R4), 56 moradias, sendo avaliado um total de 833 moradias na área. (Figura 10). Algumas alternativas para as áreas mais ameaçadas, apontadas pelo autor, relacionam-se à remoção de moradias na crista e na base dos taludes, além da execução de obras de drenagem e proteção superficial da encosta e/ou terraplanagem, serviço de limpeza, entre outros (MIRANDOLA, 2008).

Figura 10 - Exemplo de mapa de risco em escala de cadastro, comunidade Real Parque (SP).



Fonte: Mirandola (2008).

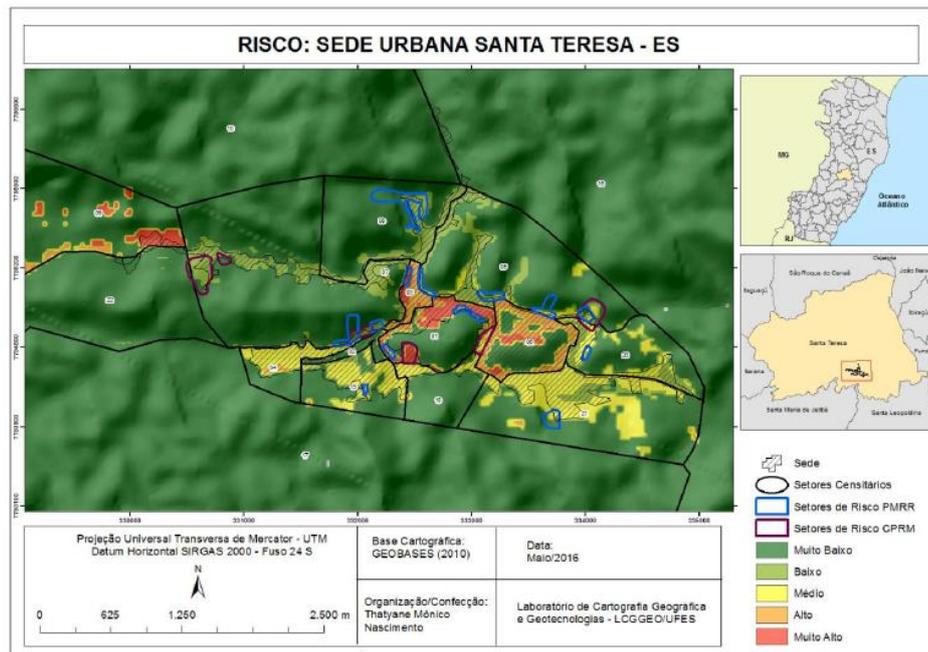
O mapeamento de áreas de risco a escorregamentos translacionais rasos em escala de zoneamento utilizada por Listo e Vieira (2012) objetivou analisar o grau de risco e a suscetibilidade a estes processos na bacia rio Limoeiro, afluente da Bacia hidrográfica do Alto Aricanduva, município de São Paulo (SP). Nesta pesquisa, foram delimitados 14 setores, com aproximadamente 685 moradias. Destes, quatro setores foram classificados como R1 (130 casas), dois como R2 (130 casas), dois como R3 (35 casas) e seis setores classificados como R4 (390 casas). Os setores R4 eram caracterizados por encostas côncavas com fortes declividades e encostas retilíneas abruptas; presença de solo instável composto por solos residuais, coluviais e depósito de materiais recentes por processos erosivos e detritos antropogênicos; além de saneamento básico precário.

Ainda neste trabalho, na correlação dos setores de risco com a análise da suscetibilidade utilizando-se o modelo SHALSTAB, verificou-se que cerca de 20% da bacia foi classificada como Incondicionalmente Instável e 41% como Estável, contudo apesar da menor frequência de áreas naturalmente instáveis, a maior parte dos setores R4 localizou-se nessa mesma classe, indicando sucesso na previsão realizada (LISTO e VIEIRA, 2012).

Nascimento (2017) realizou o mapeamento de áreas de risco na área urbana do município de Santa Tereza (ES). O autor comparou setores de risco preestabelecidos pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM, 2012) e do Plano Municipal de Redução de Risco Geológico (PMRR), com o seu mapeamento. Considerou as variáveis de

Risco (R) como uma função do Perigo (P), da Vulnerabilidade (V) e do Dano Potencial (DP). Os setores foram delimitados pelo Setor Censitário (IBGE, 2010), sendo mapeados 17 setores (Figura 11).

Figura 11 - Exemplo de mapa de áreas de risco a escorregamentos em escala de zoneamento na sede urbana de Santa Teresa (ES).



Fonte: Nascimento (2017).

2.2.1 Mapeamentos Participativos e Aplicação para Diagnóstico de Risco a Escorregamentos

O conceito de **mapeamento participativo** associa-se ao conhecimento da população local, que participa da construção de seus mapas, considerando elementos que possuam significados para a comunidade (mapas comunitários) (CHAPIN, 2005; CORREIA 2007; ACSELRAD, 2008; IFAD, 2009). Trata-se de um processo de mapeamento, portanto, que torne visível a associação entre áreas e comunidades locais ao usar uma linguagem cartográfica universalmente compreendida pela comunidade (CHAPIN, 2005; CORREIA 2007; ACSELRAD, 2008; LIMA, 2010).

Este tipo de mapeamento iniciou-se ao final da década de 1980, com o desenvolvimento de projetos em áreas indígenas por meio de croquis geográficos (CHAMBERS, 2006; CORREIA, 2007). Assim, o mapeamento participativo surgiu para o interesse de algumas finalidades, como a integração de geógrafos, antropólogos, povos

indígenas, ambientalistas acerca de levantamentos ambientais, trabalhos de reconhecimento de terras indígenas, projetos de educação indígena com enfoque na gestão ambiental e territorial (CHAMBERS, 2006; CORREIA, 2007).

A construção de mapas participativos possui a intenção de revelar qual o propósito e quem irá atendê-lo; obter o consentimento de quem está disponibilizando as informações; concentrar os conhecimentos geográficos locais; priorizar o uso da toponímia local; observar os processos; certificar-se de que os produtos cartográficos sejam compreendidos por todos os interessados, além de organizar e de corrigir os mapas (CORBETT *et al.*, 2006). Conforme Callai (2005), no âmbito dos mapeamentos participativos, os sujeitos envolvidos precisam ler o espaço de forma crítica (espaço real e concreto) e suas representações (mapas).

A aproximação com tal linguagem proporciona a melhor leitura dos mapas e a familiaridade com os símbolos utilizados em diferentes escalas e formas de representação. A leitura crítica do espaço permite o desenvolvimento da percepção espacial (maior compreensão do espaço físico) criando uma maior afinidade com o mesmo (BRASIL, 1998).

Na década de 1990 e, sobretudo, nos anos 2000, com a difusão das Geotecnologias, iniciou-se a associação destes mapeamentos com os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), os Sistemas de Posicionamento Global (GPS) e o uso de imagens de satélites de altas resoluções espaciais para auxiliar as técnicas de mapeamento (HERLIHY, 2003; SIEBER, 2006; RAMBALDI e KYEM, 2011).

A utilização dos SIG como uma ferramenta participativa é designada por Sieber (2006) como Sistema de Informação Geográfica para a Participação Pública – PPGIS, cujo objetivo é ampliar o envolvimento público na formulação de políticas que incorporem o conhecimento local, ao reconhecer que as pessoas “não especialistas” possam participar da dinâmica local de sua comunidade e colaborar na tomada de decisão (McCALL, 2004; FERREIRA *et al.*, 2017).

Os mapeamentos participativos envolvem uma alfabetização cartográfica devido a sua aplicação em comunidades carentes, na maioria das vezes, leiga. Tal processo precisa desenvolver algumas habilidades, tais como, visão oblíqua e visão vertical, imagem tridimensional, imagem bidimensional, alfabeto cartográfico (ponto, linha e área), construção e concepção de legendas, proporção e escala, lateralidade, referências, orientação, entre outros (PAGANELLI, 1985; MENDES, 2011).

Mapeamentos realizados pelas comunidades as tornam encorajadas a modelar e a desenhar detalhes importantes que devem ser incluídos, apagados ou modificados do seu

território na elaboração dos registros cartográficos (ANDRADE e CARNEIRO, 2009). Assim, a participação das comunidades na construção dos mapas é a forma de fortalecer e mobilizar grupos ao se apropriarem da cartografia, como ferramenta para os seus interesses. Conforme Gorayeb (2014), o processo de mapeamento participativo realizado no Brasil, possui as seguintes funções: (a) busca por legitimidade; (b) busca por informações mais precisas e (c) busca pelo fortalecimento da mobilização de grupos.

Oliveira *et al.* (2013) analisaram o uso da terra de comunidades ribeirinhas utilizando a interpretação de imagens de satélites apoiado no diálogo com os comunitários. Posteriormente, sistematizaram os dados adquiridos em campo, para a elaboração dos mapas temáticos de uso da terra, conflitos e problemas socioambientais em ambiente SIG (OLIVEIRA *et al.*, 2013). O resultado deste mapeamento permitiu a delimitação de vinte comunidades e localidades com demarcação do território de conflitos de sujeitos externos à Floresta Nacional do Setor Boa Vista do Rio Curumitá (AM) acerca da atividade de pesca em lagos e de caça. Também foram identificados a agricultura, o extrativismo e a hidrografia do território, auxiliando a criação do Plano de Manejo da Unidade de Conservação (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Soares e Trombeta (2014) realizaram um mapeamento participativo de avaliação do uso da terra, na Bacia Hidrográfica do Balneário da Amizade (SP). Os autores aplicaram os mapeamentos com moradores e alunos de escolas públicas e privadas, obtendo-se como principal resultado um mapa de identificação das áreas de risco a inundação, escorregamentos e problemas de infraestrutura. Foram também apontadas possíveis soluções, identificadas pela população. Na referida pesquisa, as soluções apontadas foram: delimitação da Área de Proteção Ambiental, arborização de áreas urbanas, criação de uma reserva legal em uma área de preservação, melhoria e construção de estradas, instalação de academias públicas e um centro cultural, entre outros (SOARES e TROMBETA, 2014).

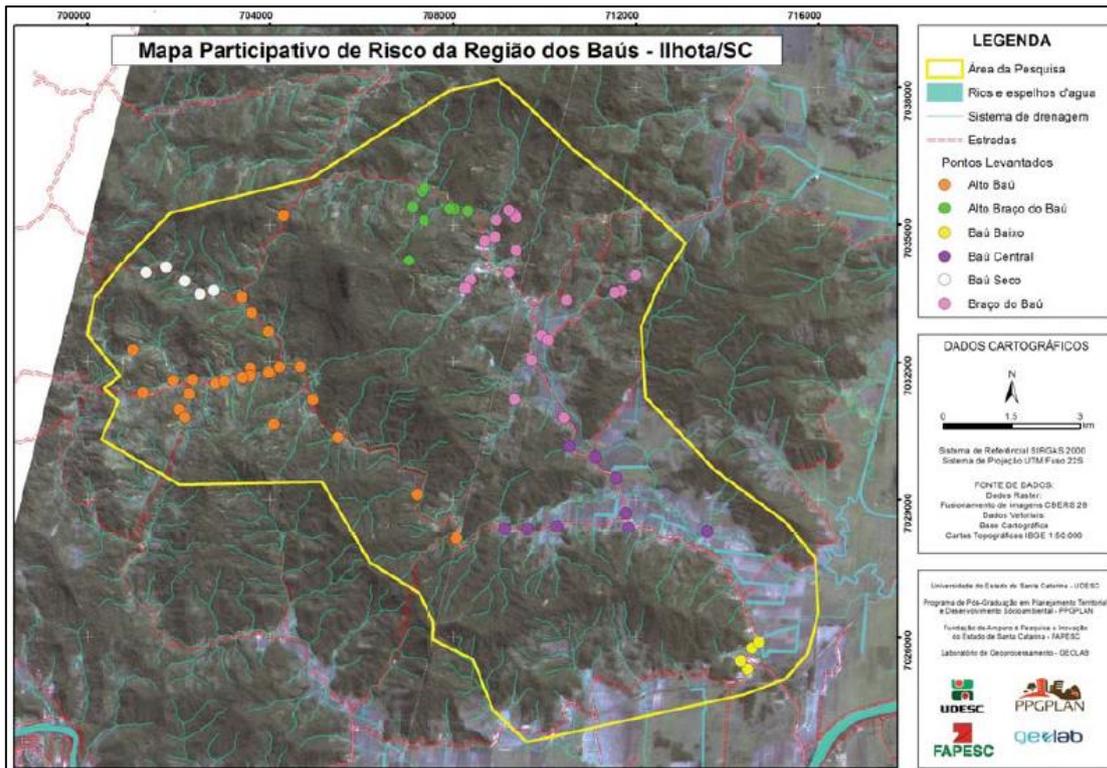
Almeida e Ventrini (2014) elaboraram mapas participativos de áreas de risco a escorregamentos no bairro Senhor dos Montes – São João Del-Rei (MG). Os autores coletaram dados por meio de questionários. Foram observadas, nos resultados, as interferências da identidade social e cultural da comunidade com o local, pois houve a negação da população em declarar morar em uma área de risco. Nos setores de alto risco, aproximadamente 62,5% dos entrevistados afirmaram possuir a moradia regularizada, embora localizadas em encostas e próximos a voçorocas, e apenas 33,3% dos entrevistados asseguraram que suas residências estivessem em áreas de risco (ALMEIDA e VENTORINI,

2014).

Ferreira *et al.* (2017) compararam o mapeamento participativo e o mapeamento técnico desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) na Região dos Baús no município de Ilhota (SC). A proposta teve apoio da Associação dos Desabrigados e Atingidos da Região dos Baús, com participação de mais de 20 pessoas. A construção metodológica do mapeamento ocorreu por meio de reuniões comunitárias, oficinas de cartografia social, trabalho de campo participativo, estruturação do Sistema de Informações Geográficas - Participativo (SIG-P) e elaboração de mapas digitais (risco, ocorrências, delimitação de bacias hidrográficas, curva de nível, geologia). Como resultados do mapeamento participativo, deste trabalho, foram mapeados 74 pontos de risco a escorregamento e inundação em seis bairros (Figura 12) (FERREIRA *et al.*, 2017).

Outros trabalhos de relevância desta temática destacam-se: Dagnino e Carpi (2006), com mapeamento participativo de riscos ambientais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Anhumas - Campinas, SP; Castro e Fortunato (2014) em Teresópolis no Rio de Janeiro, com o mapeamento das redes solidárias de turismo comunitário e Galdino *et al.* (2016), com a análise da territorialidade da área indígena Pitaguary no nordeste brasileiro.

Figura 12 - Mapa participativo de risco da Região dos Baús – Ilhota/SC.



Fonte: Ferreira *et al.* (2017).

Internacionalmente, Peters-Guarin *et al.* (2012) desenvolveram um mapa participativo a inundações na cidade de Naga (Filipinas), onde é comum a ocorrência de processos catastróficos. Os autores priorizaram o conhecimento advindo das comunidades, possibilitando a formulação de um plano de tomada de decisões, considerando os eventos de alta e de baixa frequência. Assim, foram criados critérios pela percepção das comunidades acerca da classificação de perigo à inundação dos limites de gerenciamento do nível de água (Tabela 4).

Como conclusão desta pesquisa, verificou-se que o emprego da percepção, de parâmetros e de medidas desenvolvidas pelas comunidades ampliou a compreensão das inundações como uma ameaça (PETERS-GUARIN *et al.*, 2012). Além disso, foram identificados os pontos para o gerenciamento com as famílias mais vulneráveis, a fim de determinar os níveis de inundação que as mesmas podem "gerenciar" e quando é necessária ajuda externa.

Tabela 4 - Critérios criados pelas comunidades e utilizados para classificação de percepção de perigo de inundação na cidade de Naga (Filipinas).

Profundidade da Água	Duração	Classificação
<20 centímetros	<3 dias	Normal
<20 centímetros	> 3 dias	Gerenciável
20 - 40 centímetros	<3 dias	Altamente perturbador
20 - 40 centímetros	3 a 7 dias	Ingerenciável
90-130 centímetros	<3 dias	Ingerenciável
20-40 centímetros	> 7	Desastroso
40-90 centímetros	> 3 dias	Desastroso
90-130 centímetros	> 3 dias	Desastroso
água > 130 centímetros	≤ 1 dia	Catastrófico

Fonte: Peters-Guarin *et al.* (2012).

Samodra *et al.* (2018) e Retnowati *et al.* (2019) elaboraram mapeamentos participativos na Ilha de Lembah da Indonésia, respectivamente, na cidade de *Yogyakarta* e nas aldeias de Kareko, Pintu Kota e Pasir Panjang, em ambiente SIG. Ambos os trabalhos solicitaram a participação dos moradores por entrevistas visando um inventário de escorregamentos, devido à ausência de um banco de dados pelos órgãos responsáveis.

Samodra *et al.* (2018), além da localização dos escorregamentos, procuraram mensurá-los com a avaliação do comprimento, largura e profundidade medidas com a própria população. Foram inventariados 182 pontos de escorregamentos entre 1978 e 2011. Destes, 148 ocorreram em áreas de assentamentos precários, 24 em áreas de cultivo e 10 em infraestruturas públicas.

Retnowati *et al.* (2019) localizaram os escorregamentos (num total de 25 ocorrências) e identificaram os locais seguros ao buscar entender a capacidade adaptativa. Em outras palavras, buscaram promover uma organização resiliente da comunidade com os seguintes aspectos: rota de evacuação, mensagem de aviso de desastre, disponibilidade do abrigo, atitude em relação à situação de perigo do desastre, coordenação entre a comunidade, campanha e treinamento sobre estratégia de mitigação e adaptação, variação dos meios de subsistência para adaptação ao impacto do desastre e condição econômica das moradias.

2.3 A PERSPECTIVA DA RESILIÊNCIA NA GESTÃO DE ÁREAS DE RISCO

O conceito de resiliência advém da Física para designar a capacidade que alguns materiais possuem de absorver o impacto e retornar à sua forma original (NORRIS *et al.* 2008; SUDMEIER-RIEUX, 2011; FERREIRA, 2016). Além desta área, vem sendo aplicado também na Engenharia, Ciência dos materiais, Psicologia, Ecologia, Ciências Sociais e na Geografia.

O uso do conceito de resiliência para gestão de risco de desastres decorre de dois aspectos, o de resiliência social e o sistema socioecológico, da Ecologia e das Ciências Sociais (FOLKE, 2006; FAZEY, 2010). Nestas vertentes, o elemento antrópico é considerado como parte da dinâmica da paisagem, com relação de interdependência de sistemas sociais e ecológicos (FOLKE, 2006; FAZEY, 2010). Para as Ciências Sociais, a resiliência social é definida pela capacidade das comunidades de suportar mudanças externas à sua infraestrutura social, acerca de políticas, aspectos sociais e ambientais (ADGER, 2000).

Na ciência Geográfica, a resiliência vem sendo aplicada no espaço rural (ex. a recuperação de uma crise hídrica no Sertão) e urbano (ex. o enfrentamento da população ao risco de escorregamento), bem como, atrelada ao conceito de sustentabilidade, de vulnerabilidade e da capacidade de suporte de uma paisagem, sendo relevante sua aplicação para a gestão de riscos e o planejamento ambiental (OLIVEIRA e AQUINO, 2020). Agrega, portanto, documentos e planos políticos, organizações internacionais e ONGs (Organizações Não Governamentais) (BÉNÉ *et al.* 2012; BROWN, 2014; LEACH, 2008).

O conceito de resiliência proposto pelo Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR, 2018) associa-se à capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade, potencialmente exposta ao perigo, adaptar-se, de modo que a resistência ou a mudança consiga ser mantida em um nível aceitável de estrutura e funcionamento (UNISDR, 2018). Esse processo será determinado pelo grau com o qual um sistema social é capaz de se organizar, aumentando sua capacidade pelo aprendizado com desastres anteriores para melhorar a proteção futura, aperfeiçoando medidas de risco (UNISDR, 2018).

A resiliência pode ser descrita como a forma de reduzir riscos e enfrentar desastres de forma holística, considerando as experiências pretéritas, o conhecimento amplo do problema, a interdisciplinaridade e a participação dos atores envolvidos nesse processo (MOURA, 2018). Um dos benefícios que pode aliar-se à comunidade se dá pela melhor comunicação e

coordenação de moradores que se encontram na situação de risco a escorregamento com a Defesa Civil do município e a própria organização da comunidade.

Sulaiman (2018) sugere algumas estratégias que envolvem o indivíduo resiliente, focados em três eixos, a saber: (i) a **adaptação**, que assegura a sobrevivência e a redução de perdas graves diante de eventos adversos; (ii) as **respostas ativas**, que envolvem a adaptação de estruturas, estilo de vida e sistemas de produção, como o propósito de reduzir perdas econômicas e o sofrimento humano; e (iii) **mudanças transformadoras**, mais radicais de estruturas vigentes, estilo de vida e sistemas produtivos.

Visando alcançar o desenvolvimento de práticas resilientes, com respostas não apenas emergenciais e de assistência ao desenvolvimento, o Gerenciamento de Risco de Desastre (*Disaster Risk Management – DRM*) recomenda a inclusão da avaliação da vulnerabilidade de forma a compreender melhor o perigo iminente (UNISDR, 2005). Nesse sentido, a resiliência deve abordar medidas pré-desastre, durante o desastre e pós-desastre (UNISDR, 2005).

Na fase pré-desastre, uma das atitudes a ser tomada relaciona-se à redução de vulnerabilidade, melhorando situações de capacitação, de preparação, de prevenção, de mitigação, de análise, de avaliação do risco, de campanhas e de planos de contingência (MAYUNGA, 2007; SUDMEIER-RIEUX, 2011; SEDEC/MI, 2017). Assim, durante os eventos de desastres, é possível a criação de resposta à emergência (Figura 13) e à capacidade de enfrentamento, assim como ações de assistência e reabilitação (MAYUNGA, 2007; SUDMEIER-RIEUX, 2011; SEDEC/MI, 2017).

Figura 13 - Etapas de ações de reconstrução pré-desastre, durante o desastre e pós-desastre das áreas de risco a inundação no município de Palmares (PE).



Fonte: G1 (2010) e Silva e Listo (2019).

No Brasil, a captação de auxílio pelo Estado ou Governo Federal é realizada por um Recurso Emergencial para ações de Defesa Civil em casos de situação de emergência ou estado de calamidade pública (AGÊNCIA SENADO, 2019). Há também um Auxílio Emergencial Financeiro, decretado pela Lei 10.954/04, destinado a socorrer e a assistir famílias atingidas por desastres (AGÊNCIA SENADO, 2019). Além de programas como o Programa de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres no Plano PluriAnual (PPA), que engloba ações de preparação, prevenção, mitigação, respostas e recuperação para a proteção e defesa civil por meio do fortalecimento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC, inclusive pela articulação federativa e internacional.

Nos pós-desastres, as ações voltam-se à redução da vulnerabilidade e do risco (Figura 13). Dá-se a partir da capacitação de recursos para obras de infraestrutura e paliativas para recuperação do bem-estar social de comunidades que acabaram de passar por situações de estresse e que necessitam tornar-se resilientes ao voltar a habitar a sua moradia (MAYUNGA, 2007; SUDMEIER-RIEUX, 2011; SEDEC/MI, 2017).

A resiliência é um conceito que demanda a reestruturação do modelo de gestão centrado no desastre e na resposta, em ações técnicas, decisões hierárquicas para a prevenção do risco. A mesma possui um histórico de marcos e de políticas públicas, dos quais, paulatinamente, vem sendo priorizadas a atuação da comunidade. Este setor vem deixando de ser passivo às decisões políticas, tornando-se agentes de sua própria segurança.

Os marcos internacionais envolvem o desenvolvimento das melhores bases para a gestão do risco de desastres. Estão vinculados a órgãos governamentais e não governamentais e, principalmente, órgãos vinculados à ONU (Quadro 1). A Década Internacional para Redução de Desastres Naturais (*IDNDR-International Decade for Natural Disaster Reduction*) foi instituído pela Resolução 44/236 da Assembleia Geral das Nações Unidas em 1989 (Quadro 1). Teve como resultados a criação de programas de cooperação internacional (ex. a Estratégia de Yokohama e seu Plano de Ação), com participação de 72 países, incluindo o Brasil (IDNDR, 1994).

Na referida década, a definição de algumas metas estabelecia, principalmente, o conhecimento técnico-científico, tal como, “estimular atividades científicas e técnicas tendentes a suprir lacunas críticas do conhecimento” (IDNDR, 1994). Tal documento evidenciava uma atitude de otimismo e de convicção nos recursos técnicos e científicos disponíveis para enfrentar as ameaças globais vigentes (RODRIGUES, 2010). Porém, com o

passar da década de 1990, teve-se o entendimento dos efeitos sociais e econômicos dos desastres naturais, ao ser proposta a 1ª Conferência Mundial (ONU/ISDR, 2004).

Quadro 1- Ordem cronológica de iniciativas globais criadas para redução de desastres.

ANOS	INICIATIVAS GLOBAIS PARA REDUÇÃO DE DESASTRES	OBJETIVO PRINCIPAL
1990	Década Internacional para Redução de Desastres Naturais (IDNDR)	Reduzir perdas de vidas, danos e transtornos socioeconômicos nos países em desenvolvimento, provocados por desastres naturais como escorregamentos, terremotos, erupções vulcânicas, tsunamis, inundações, vendavais, seca e desertificação, incêndios, pragas de gafanhotos, além de outras calamidades de origem natural.
1994	1ª Conferência Mundial: Estratégia e Plano de Ação de Yokohama para um Mundo mais Seguro	Integrar a redução de risco de desastres às políticas e planejamento para o desenvolvimento sustentável; o desenvolvimento e fortalecimento de instituições, mecanismos e capacidades para a construção da resiliência a perigos; a incorporação sistemática das abordagens de redução de risco na implantação dos programas de preparação, resposta e recuperação.
2002	Estratégia Internacional de Redução de Desastres (EIRD)	Promover uma maior consciência da importância da temática, aumentar o interesse e comprometimento do público, de forma a aumentar a resiliência das comunidades aos riscos naturais, dentro do âmbito do desenvolvimento sustentável, ao incentivar também a criação de redes e parcerias.
2005	2ª Conferência Mundial: Marco de Ação de Hyogo (2005 -2015)	Aumentar a resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres ao alcançar, para o ano de 2015, uma redução considerável das perdas que ocasionaram os desastres, tanto em termos de vidas humanas quanto aos bens sociais, econômicos e ambientais das comunidades e dos países.
2010	Campanha Global Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade está se Preparando	Apoiar as políticas públicas, os processos decisórios e a organização para implantação de atividades de redução de riscos de desastres e de resiliência. Ao conscientizar e encorajar gestores públicos a investir em uma infraestrutura mais resiliente.
2015	3ª Conferência Mundial: Marco de Ação de Sendai para Redução de Risco (2015-2030)	Prevenir novos riscos de desastres e reduzir os riscos existentes, por meio da implementação de medidas econômicas, estruturais, jurídicas, sociais, culturais, educacionais, de saúde, ambientais, tecnológicas, políticas e institucionais integradas e inclusivas que previnam e reduzam a exposição a ameaças e vulnerabilidade, aumentar a preparação para respostas e recuperação.

Fonte: Organizado pela autora. Fonte dos dados: UNISDR (2005, 2007, 2010, 2015).

Ainda na década de 1990, é lançada a *1ª Conferência Mundial: Estratégia e Plano de Ação de Yokohama para um Mundo mais Seguro* (Quadro 1). Esta propôs estabelecer as diretrizes para a prevenção de desastres naturais, sua preparação e a mitigação dos seus efeitos. Além disso, ofereceu orientação para a redução do risco e dos impactos dos desastres (RODRIGUES, 2010).

Nos anos 2000, as diretrizes dos eventos internacionais (Estratégia Internacional de Redução de Desastres – EIRD, Plano de Ação de Joanesburgo, Conferência Mundial sobre Redução de Risco de Desastre para concluir a Estratégia de Yokohama) priorizaram a capacidade de adaptação frente aos desastres e o aumento da resiliência de governos e de comunidades locais (SULAIMAN, 2018). Contemplou medidas preventivas, que envolveram a participação em todos os níveis, desde a comunidade local por meio do governo nacional ao nível regional e internacional.

A Estratégia Internacional de Redução de Desastres (EIRD), entre 2000 e 2004 (Quadro 1), teve como base as experiências da IDNDR (*IDNDR-International Decade for Natural Disaster Reduction*). Esta reconheceu que a redução de desastres naturais depende de questões sociais e econômicas, que levariam muito tempo para serem alcançados. Tornou-se necessário, assim, a continuação de atividades e compromissos com a EIRD (ONU/ISDR, 2004). Foram refletidas as mudanças da ênfase tradicional no enfrentamento a desastres, antes concentradas nas ações voltadas a respostas para o momento pós-desastre, passando-se a buscar uma cultura de prevenção (LOPES, 2017).

É na implementação da EIRD, que o conceito de resiliência ganhou destaque (ONU/ISDR, 2004). Houve, então, uma mudança de estratégia, que propôs aplicar políticas e medidas que objetivem assegurar que as sociedades adquiram a resiliência necessária em vista de perigos naturais. Logo, assegurou a diminuição da vulnerabilidade a tais perigos (ONU/ISDR, 2004).

A 2ª Conferência Mundial: Marco de Ação de Hyogo (MAH) realizada em 2005, na cidade de Kobe, província de Hyogo (Japão), objetivou aumentar a resiliência de nações e de comunidades diante de desastres, em um prazo entre 2005 e 2015 (UNISDR, 2005). Visou, portanto, obter uma redução considerável das perdas ocasionadas por desastres (Quadro 1).

As áreas prioritárias do Marco para ações e medidas de redução da vulnerabilidade, conforme estratégia internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (*United Nations Office for Disaster Risk Reduction – UNISDR*) (UNISDR, 2005), visou garantir que a redução do risco de desastres fosse uma prioridade nacional e local com forte base institucional. Objetivou, portanto, aplicar, identificar, avaliar e monitorar os riscos de desastres e melhorar os sistemas de alerta precoce; utilizar o conhecimento, a inovação e a educação para criar uma cultura de segurança e de resiliência em todos os níveis; reduzir os fatores de risco subjacentes e fortalecer a preparação para desastres, permitindo uma resposta eficaz em todos os níveis (UNISDR, 2005).

Twigg (2009) elencou 20 características correspondentes aos propósitos do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres e do Marco de Hyogo entre 2005 e 2015 (UNISDR, 2015). Estas foram divididas em cinco áreas temáticas, a saber: Governança, Avaliação de Risco, Conhecimento e Educação, Gestão de Risco e Redução da Vulnerabilidade, Preparação e Resposta aos Desastres (Quadro 2).

As definições destas áreas temáticas relacionam-se aos principais componentes da resiliência. Nesse sentido, a **Governança** está associada às características voltadas à responsabilidade tanto para a comunidade quanto para os órgãos públicos por meio do planejamento, regulação, integração, sistemas institucionais, parcerias e prestação de contas (Quadro 2) (TWIGG, 2009).

A **Avaliação de Risco** analisa o risco e a vulnerabilidade, na qual, a comunidade usa o seu conhecimento e as informações locais baseadas em dados científicos (Quadro 2). Para a área temática de **Conhecimento e Educação**, é necessário ter conhecimento e habilidades técnicas e organizacionais apropriados para redução de riscos e resposta a desastres em nível local, bem como, ter o Plano de Contingência disponível e acessível para a comunidade, além de abordar a temática de risco nas escolas de educação básica (Quadro 2) (TWIGG, 2009).

Para a **Gestão de Risco e Redução da Vulnerabilidade** deve haver a compreensão comunitária das características e do funcionamento do ambiente natural e de seus sistemas (ex. características de drenagem, bacias hidrográficas, relevo e solo) e riscos potenciais associados aos recursos naturais e intervenções antrópicas (Quadro 2) (TWIGG, 2009).

Quadro 2: Lista das 20 melhores características de resiliência a desastres elencadas por Twigg (2009).

Área temática	Componentes da Resiliência
Governança	<ul style="list-style-type: none"> - Políticas públicas, planejamento, prioridades e compromisso político - Sistemas legais e regulatórios - Integração a políticas de desenvolvimento e planejamento - Integração com ações de reconstrução e resposta a emergências - Mecanismos, capacidades e estruturas institucionais; definição de responsabilidades - Parcerias - Prestação de contas e participação comunitária.
Avaliação de Risco	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação de ameaças e de dados sobre risco - Avaliação e dados de impacto sobre vulnerabilidades e capacidades - Inovação e capacidades técnicas e científicas
Conhecimento e Educação	<ul style="list-style-type: none"> - Informação pública, conhecimento e habilidades - Gestão e compartilhamento da informação - Educação e treinamento - Cultura, atitude, motivação - Pesquisa e aprendizado.
Gestão de Risco e Redução da Vulnerabilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Gestão de recursos naturais e ambientais. - Saúde e bem estar - Meios de subsistência sustentáveis - Proteção social - Instrumentos financeiros - Proteção física; medidas técnicas e estruturais - Sistemas de planejamento
Preparação e Resposta a Desastres	<ul style="list-style-type: none"> - Coordenação e capacidades organizacionais - Sistemas de alerta e alarme - Preparação e planos de contingência - Recursos de emergência e infraestrutura - Resposta e reconstrução em emergências - Participação, voluntariado e prestação de contas

Fonte: Twigg (2009).

Na **Preparação e Resposta a Desastres** é necessário ter planos de respostas emergenciais acessíveis no âmbito familiar e institucional, visando apoiar os mais vulneráveis (ex. idosos, deficientes, crianças, gestantes, entre outros). Além disso, é preciso ter instalações de emergência, treinamento e implantação de voluntários com habilidades adequadas (ex. primeiros socorros, gerenciamento de abrigos de emergência, combate a incêndios, etc.) (Quadro 2) (TWIGG, 2009).

A leitura de Twigg (2009), referente à resiliência baseada no Marco de Hyogo, demonstrou atingir uma organização em nível local preparada para eventos como forma de prevenção. Demonstra também atitudes desempenhadas durante eventos pré-definidos e estabelecidas em um Plano de Contingência, que consiste nas ações de preparação aos desastres esperados, atuando na remoção preventiva de famílias, obras emergenciais e planejamento para resposta ao desastre (ALHEIROS, 2011). Assim, o sistema de gestão de

risco de desastre baseia-se em colocar mais ênfase na prevenção, em relação apenas à resposta ao desastre (AKA *et al.*, 2017).

No Marco de Ação de Hyogo, algumas lições foram aprendidas, tais como, reforço da capacidade de gestão do risco de desastres aos países, mecanismos internacionais de consultoria estratégica, coordenação e construção de parcerias para redução do risco de desastres, por meio de plataformas (ex. Plataforma Global para a Redução do Risco de Desastres); fóruns internacionais e regionais pertinentes para cooperação do desenvolvimento político e estratégico, entre outros (UNISDR, 2015).

Paralelamente, lacunas e desafios futuros foram identificados como a promoção da resiliência a desastres em todos os níveis e a garantia de meios adequados de execução para redução dos mesmos. Dessa forma, embora tenham sido realizados inúmeros progressos para elevar a resiliência, bem como, contribuir para redução de perdas e danos sociais, econômicos e ambientais, um novo marco era necessário (UNISDR, 2015).

A Campanha Global *Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade está se Preparando* foi um dos planos que buscou de forma mais prática a implementação da resiliência (UNISDR, 2017). Este foi elaborado pelo *Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres* (UNISDR, 2017), em colaboração com organizações parceiras, e que desenvolveu uma série de indicadores urbanos locais para as cidades avaliarem sua capacidade de resiliência.

Dos principais indicadores para prioridade de ação definidos pela Campanha Global *Construindo Cidades Resilientes*, destacam-se: política nacional e quadro jurídico para redução de desastres com capacidades e responsabilidades descentralizadas em todos os níveis; avaliações de risco nacionais e locais com base em dados de perigo e de vulnerabilidade; informações relevantes sobre desastres disponíveis e acessíveis em todos os níveis (ex. o desenvolvimento de sistemas de compartilhamento de informações); planos e políticas de desenvolvimentos sociais implantados para reduzir a vulnerabilidade das populações de maior risco, planos de preparação para desastres e planos de contingência para todos os níveis administrativos para testar e desenvolver programas de resposta a desastres (UNISDR, 2017). Tais indicadores foram estabelecidos no guia para gestores públicos locais disponíveis na referida campanha.

Para a autoavaliação dos municípios que adotaram a campanha supracitada foram estabelecidos os "*Dez Passos Essenciais para Construir Cidades Resilientes*". A definição desses passos no planejamento da redução de desastres foi concebido de modo a atrelar o

plano de ação e ferramentas que possam auxiliar o planejamento e projetos a redução dos mesmos (UNISDR, 2017). Dessa forma, foram estabelecidos os seguintes passos: organização e coordenação; orçamento; dados atualizados; infraestrutura; segurança de escolas e centros de saúde; planejamento e uso da terra; programas de educação e treinamento; proteção dos ecossistemas e treinamento; sistema de alerta e alarme e centro de reconstrução de desastres (Quadro 3).

Quadro 3 - Dez passos essenciais para construir cidades resilientes referentes às ações que devem fazer parte do planejamento (redução de desastres e projetos de desenvolvimento urbano).

INDICADORES	FERRAMENTA/AÇÃO
1. Organização e Coordenação	Participação de grupos de cidadãos e da sociedade civil, com alianças locais.
2. Orçamento	Proprietário de áreas de risco, famílias de baixa renda, comunidades, empresas e setor público para investir na redução dos riscos que enfrentam.
3. Dados atualizados	Planos de desenvolvimento urbano e tomadas de decisão acessíveis
4. Infraestrutura	Obras de engenharia e ações de adaptação às mudanças climáticas
5. Segurança de escola e centros de saúde	Avaliação de risco dos aparelhos públicos que podem auxiliar em situações de emergência
6. Planejamento do uso do solo	Identificação de áreas seguras
7. Programas de educação e treinamento	Campanhas nas escolas e comunidades
8. Proteja os ecossistemas e barreiras naturais	Adaptação e construção de boas práticas de redução de risco
9. Sistemas de alerta e alarme	Exercícios públicos de preparação
10. Centro da reconstrução de desastres	Projetar e ajudar a implementar ações de resposta e recuperação, por apoio direto e organizações comunitárias

Fonte: UNISDR, 2015.

A Campanha Global *Construindo Cidades Resilientes* apresentou uma quantidade significativa de municípios brasileiros participantes, quando comparado a outros países. O Brasil foi o país que mais aderiu à campanha em termos de número absoluto de municípios (CEPED UFSC, 2015). Assim, participaram 337 municípios brasileiros de 15 estados, representando 6% do total de municípios do país e 13,32 % do total de cidades participantes no mundo (CEPED UFSC, 2015). Do estado de Pernambuco, oito municípios participaram da campanha, no entanto, a participação prioritária do Estado eram 53 (CEPED UFSC, 2015).

Diante das contribuições do Marco de Ação de Hyogo e da Campanha Global *Construindo Cidades Resilientes*, estabeleceu-se o marco mais recente, realizado na 3ª Conferência Mundial da ONU para a Redução de Riscos de Desastres, em Sendai (Japão),

intitulado Marco de Ação de Sendai (2015-2030), que reuniu 187 países. Na conferência, foi reafirmada a necessidade de antecipar, planejar e reduzir o risco para proteger pessoas, comunidades e países de forma mais efetiva, bem como, construir uma maior resiliência tida como “urgente e crítica” (UNISDR, 2015).

As prioridades do Marco de Ação do Sendai (MAS) voltam-se à compreensão e ao fortalecimento da governança do risco de desastres para gerenciá-los, investir na redução do risco, melhorar à preparação para desastres a fim de providenciar uma resposta eficaz e de “reconstruir melhor” na fase de recuperação, reabilitação e reconstrução (Quadro 4).

Quadro 4: Prioridades de Ação do Marco de Sendai.

PRIORIDADES DE AÇÃO			
Compreensão do risco de desastres	Fortalecimento da governança do risco de desastre para gerenciar o risco de desastres	Investimento na redução do risco de desastres para a resiliência	Melhoria na preparação para desastres a fim de providenciar uma resposta eficaz e de “Reconstruir melhor” na fase de recuperação, reabilitação e reconstrução
<p>As políticas e práticas para a gestão do risco de desastres devem ser baseadas em uma compreensão clara do risco em todas as suas dimensões de vulnerabilidade, capacidade, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e meio ambiente. Tal conhecimento pode ser aproveitado para realizar uma avaliação de riscos pré-desastre, para prevenção e mitigação e para o desenvolvimento e a implementação de preparação adequada e resposta eficaz a desastres.</p>	<p>A governança do risco de desastres nos níveis nacional, regional e global tem grande importância para uma gestão eficaz e eficiente dos riscos de desastres. É necessário ter visão clara, planos, competências, orientação e coordenação intra e interssetorial, bem como a participação das partes interessadas. O fortalecimento da governança do risco de desastres para prevenção, mitigação, preparação, resposta, recuperação e reabilitação é, portanto, necessário e promove colaboração e parceria entre mecanismos e instituições para a implementação de instrumentos relevantes para a redução do risco de desastres e para o desenvolvimento sustentável.</p>	<p>O investimento público e privado na prevenção e na redução de riscos de desastres através de medidas estruturais e não estruturais é essencial para melhorar a resiliência econômica, social, cultural e de saúde de pessoas, comunidades, países e ativos, bem como do meio ambiente. Esses podem ser fatores de estímulo para inovação, crescimento e criação de empregos. Tais medidas são custo-eficientes e fundamentais para salvar vidas, prevenir e reduzir perdas e garantir a recuperação e reabilitação eficaz.</p>	<p>O crescimento constante do risco de desastres, incluindo o aumento da exposição de pessoas e ativos, combinado com as lições aprendidas com desastres do passado, indica a necessidade de reforçar ainda mais a preparação para resposta a desastres, tomar medidas com base na previsão de eventos, integrar a redução do risco de desastres na preparação para resposta e assegurar que exista capacidade para resposta e recuperação eficazes em todos os níveis. É fundamental promover o empoderamento das mulheres e das pessoas com deficiência para liderar publicamente e promover abordagens de resposta, recuperação, reabilitação e reconstrução com igualdade de gênero e acesso universal. Os desastres demonstram que a fase de recuperação, reabilitação e reconstrução, que deve ser preparado antes que ocorra um desastre, é uma oportunidade fundamental para reconstruir melhor, inclusive pela integração da redução do risco de desastres em medidas de desenvolvimento, construindo nações e comunidades resilientes aos desastres.</p>

Fonte: UNISDR (2017).

Os objetivos deste novo marco destacam a urgência em prever, planejar e reduzir o risco de desastres ao proteger de forma mais eficaz pessoas, comunidades e países, seus meios de vida, saúde, patrimônio cultural, patrimônio socioeconômico e ecossistemas (UNISDR, 2015). Fortalece a resiliência; a necessidade de reduzir a exposição e a vulnerabilidade, evitando a criação de novos riscos, bem como, criar um sistema de responsabilização pela criação dos mesmos em todos os níveis. Criou, portanto, uma abordagem mais ampla e centrada nos indivíduos para prevenir desastres, visando práticas multissetoriais e orientadas, inclusivas e acessíveis, para uma variedade de perigos, e que possam ser eficientes e eficazes (UNISDR, 2015).

Para cumprir com as metas estabelecidas, o marco propõe o engajamento em diferentes escalas (global, nacional, regional e local), colocando as responsabilidades para todos os interessados. Assim, as lideranças e partes interessadas (mulheres, crianças, jovens, deficientes, população de baixa renda, migrantes, povos indígenas, voluntários, profissionais da saúde e idosos) foram inseridas nos novos objetivos emergenciais visando à concepção e à implementação de políticas, planos e normas (UNISDR, 2017). Reflete, assim, a busca da integração de todos os envolvidos, com responsabilidades que vislumbrem contribuir para a construção de cidades mais resilientes.

É importante destacar que o Marco de Ação de Sendai classifica-se como um dos instrumentos mais importantes que visam à redução de riscos de desastres adotados pelos Estados Membros das Nações Unidas. Isso porque configura-se como o marco vigente adotado por 187 Estados Membros da Organização das Nações Unidas (ONU).

Dos trabalhos que utilizaram a resiliência aplicada à gestão de riscos, exemplifica-se o de Suassuna (2014), ao desenvolver um índice de resiliência de cidades, avaliando os aspectos institucionais da cidade resiliente frente a desastres decorrentes de eventos hidrológicos extremos e os indicadores adequados para a mensuração, onde foi catalogado 52 indicadores que permitem avaliar os aspectos institucionais da cidade resiliente, salienta-se que um dos municípios para objeto de estudo foi Barreiros, em Pernambuco.

Ferreira (2016), que identificou os instrumentos de gestão de risco a escorregamentos utilizados pela Defesa Civil do município de Santos, litoral sul de São Paulo, como Cartas de Suscetibilidade a escorregamentos e inundação, Cartas Geotécnicas dos Morros de Santos e São Vicente, Plano Municipal de Redução de Risco e Plano Preventivo da Defesa Civil. Segundo a autora, tais instrumentos são bem

formulados, no entanto, a legislação é mais focada na fase de resposta. Soluções como orientação das condições topográficas para construção de moradias, investimento em obras de infraestrutura, reformulação das estratégias de treinamento das Coordenações de Defesa Civil, parcerias com outras secretarias e investimento no quadro de funcionários da mesma foram sugeridas pela autora.

Pastorelli (2018) estudou a sustentabilidade e a resiliência urbana para redução de desastres, ao comparar os Dez Passos para Cidades Resilientes e os indicadores do Programa Cidades Sustentáveis, ambas realizadas em cidades que aceitaram participar dos programas. Segundo Pastorelli (2018), os Dez Passos contemplam uma sequência lógica e articulada e o Programa Cidades Sustentáveis² explana a sustentabilidade por meio de 12 eixos temáticos não abordando a resiliência, mas a união de programas que possuem muitas características em comum, integrando uma avaliação holística formulada para ações de políticas públicas (PASTORELLI, 2018).

Internacionalmente, Cutter *et al.* (2010) mensuraram a primeira tentativa robusta e replicável de indicadores de resiliência realizada em 736 municípios no sudeste dos Estados Unidos com base em desastres. Os referidos autores utilizaram um conjunto de 36 indicadores (ex. educação, habitação, transporte e mitigação social) para mensurar características de dimensões sociais, econômicas, infraestrutura, institucionais, capital comunitário e ambiental de comunidades que promovem a resiliência. A representação espacial dos indicadores possibilitou uma análise comparativa de mudanças (positivas ou negativas) entre as cidades, na qual, o autor constatou que os locais com maiores índices de resiliência localizam-se em áreas metropolitanas e os menores em áreas rurais (CUTTER *et al.*, 2010).

Seguindo as dimensões propostas acima por Cutter *et al.* (2010), Ciccotti *et al.* (2020) realizaram a investigação de indicadores de resiliência comunitária no Brasil com o diferencial da abordagem participativa de gestores públicos e pesquisadores. Os referidos autores visaram formular um índice para os municípios brasileiros, selecionando 101 indicadores que permitem avaliar, comparar e hierarquizar a resiliência em uma projeção futura (CICCOTTI *et al.*, 2020).

² Programa Cidades Sustentáveis: trata-se de uma agenda de sustentabilidade urbana que incorpora as dimensões social, ambiental, econômica, política e cultural no planejamento municipal. Atua na sensibilização e na mobilização de governos locais para a implementação de políticas públicas estruturantes. Está fundamentado em 12 eixos temáticos, alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), das Nações Unidas e utiliza ferramentas de 260 indicadores relacionados às diversas áreas da administração pública, tais como, um painel de monitoramento para o Plano de Metas e um *software* que permite a comparação de dados e informações entre as cidades na plataforma digital do programa (PASTORELLI, 2018).

Nakileza *et al.* (2017) investigaram nas comunidades de Elgon na Uganda a recuperação de cicatrizes de escorregamentos pela própria comunidade, utilizando uma metodologia em campo focada em discussões de grupos e entrevistas com agricultores locais. Estes foram treinados após *workshops* realizados pela implementação do Programa “Pequenos Subsídios (SGP)” do Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas.

Os métodos utilizados pela comunidade para reabilitar as cicatrizes envolveram câmoros de rochas, agrossilvicultura (ex. plantação de eucalipto), plantação de grama (ex. napier), regeneração natural das plantas, entre outros, manifestando-se bastante eficientes na recuperação de áreas degradadas por movimentos de massa (NAKILEZA *et al.*, 2017).

Aka *et al.* (2017) avaliaram as perspectivas da sociedade civil acerca da implementação das metas do Marco de Ação de Hyogo por meio do projeto “*Views from the Frontline*” (Visões da linha de frente). Este avaliou a prevenção e a preparação para desastres e resiliência de comunidades em sete regiões administrativas de Camarões. Metodologicamente, foram aplicados 400 questionários com 14 indicadores de desastres (AKA *et al.*, 2017).

Raška (2019) avaliou, historicamente, em uma perspectiva evolutiva e em longo prazo, medidas de resiliência e políticas públicas influenciadas por fatores institucionais, políticos, ambientais e culturais baseados nas respostas sociais aos escorregamentos na região noroeste da República Tcheca. Utilizou cinco períodos históricos com diferentes regimes políticos e contextos socioeconômicos, tais como, o Pré-industrial/monarquista (1770), o Industrial precoce/monarquista (1895-1900), o Industrial/democrático (1925-1928), o Coletivista/socialista (1955-1960) e o Mercado livre/pós-socialista (1994-2014). Desses períodos, foi catalogado um banco de dados de 272 eventos (240 escorregamentos e 42 quedas de blocos) (RAŠKA, 2019).

Ainda de acordo com este trabalho, por meio da análise dos períodos históricos, o autor percebeu as mudanças de comportamento das comunidades em cada regime político. No início eram concentradas na responsabilidade do proprietário feudal e, atualmente, por meio do estabelecimento governamental de legislação e campanhas buscou-se envolver a comunidade para o processo de redução de risco (RAŠKA, 2019). Tal participação foi exemplificada na primeira fase industrial com a ocorrência de 75 escorregamentos no período, dos quais, em apenas um evento, 52 casas foram destruídas. Na reconstrução do local, houve uma interação nacional para o apoio

financeiro e solidário entre os atores locais. Dessa forma, identificou-se que a dimensão do evento tornou a comunidade, junto às forças políticas, mais solidárias. Porém, o autor critica a abordagem centralizada e hierárquica da administração pública no processo de decisão, mesmo atualmente (RAŠKA, 2019).

Diante do exposto, é observada a busca do desenvolvimento de programas governamentais com o auxílio de indicadores para entender a resiliência das comunidades estudadas, visando principalmente à preparação e recuperação das áreas com risco eminente, dessa forma buscar por avaliações, diagnósticos, simulados com participação técnica e da comunidade local é uma das alternativas para uma gestão de risco resiliente.

3 O BAIRRO DOS ESTADOS, NO CONTEXTO DO MUNICÍPIO DE CAMARAGIBE, RMR (PE)

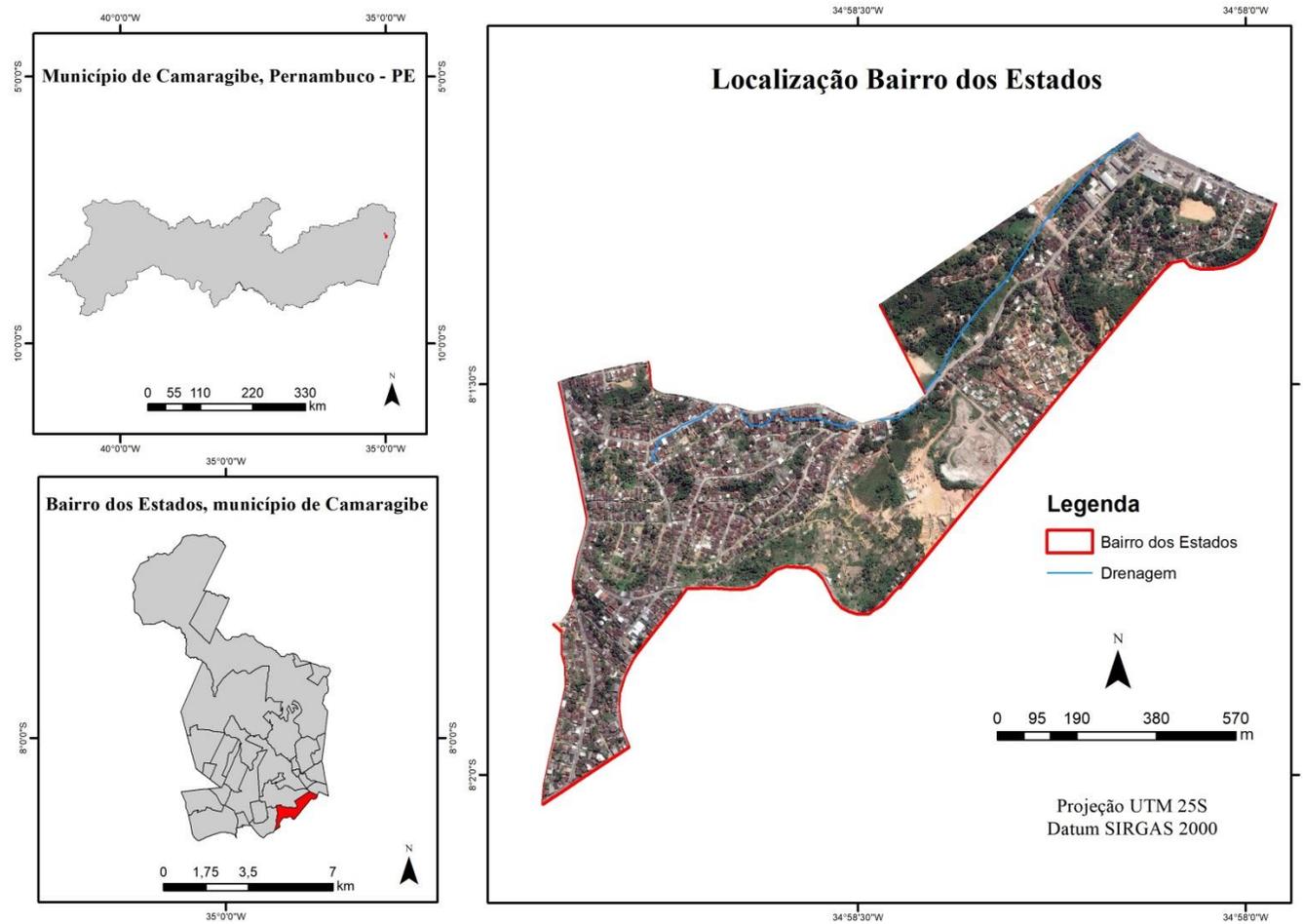
O município de Camaragibe faz parte da Região Metropolitana do Recife (RMR), limitando-se com os municípios de Recife, de Paulista, de Abreu e Lima, de São Lourenço da Mata e de Paudalho (Figura 14). Possui uma área de 51,257 km², uma população de 144.466 habitantes e uma densidade demográfica de 2.818,46 hab./km² (IBGE, 2010), manifestando-se, portanto, como uma região urbanizada e bastante adensada.

Devido o planejamento urbano excludente, Camaragibe apresenta menos da metade de domicílios com esgotamento sanitário (cerca de 40,5%) (IBGE, 2010). Ainda neste tocante, há somente 12,9% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada, com a presença de bueiros, calçadas, pavimentação e meio-fio (IBGE, 2010).

O município possui cinco Regiões Político-Administrativas (RPA) contendo 29 bairros (Figura 15 e Tabela 5), que apresentam formas de ocupações distintas. As RPA 1 e RPA 2, localizadas, respectivamente ao sul e sudeste da cidade (Figura 15 e Tabela 5), são formadas por loteamentos de baixa renda e ocupações espontâneas; a RPA 3 (zona sudeste) apresenta conjuntos habitacionais e ocupações não planejadas (Figura 15 e Tabela 3.1); a RPA 4 (zona leste) é também formada por loteamentos de baixa renda e ocupações espontâneas, mas em cabeceiras de drenagem (*hollows*) (Figura 15 e Tabela 5). Por fim, a RPA 5 (zona norte) apresenta assentamentos de média e de alta renda, constituídos por granjas e clubes de campo, com algumas ocupações espontâneas próximas aos córregos (Figura 15 e Tabela 5) (BANDEIRA, 2003).

Nesse contexto, o Bairro dos Estados (RPA1) localiza-se a sul de Camaragibe, com área inferior a um quilômetro quadrado (0,8km²) e altitudes máximas de 140 m (Figura 16). O bairro caracteriza-se pela presença expressiva de assentamentos urbanos precariamente instalados e muitas ocorrências de escorregamentos (Figura 17).

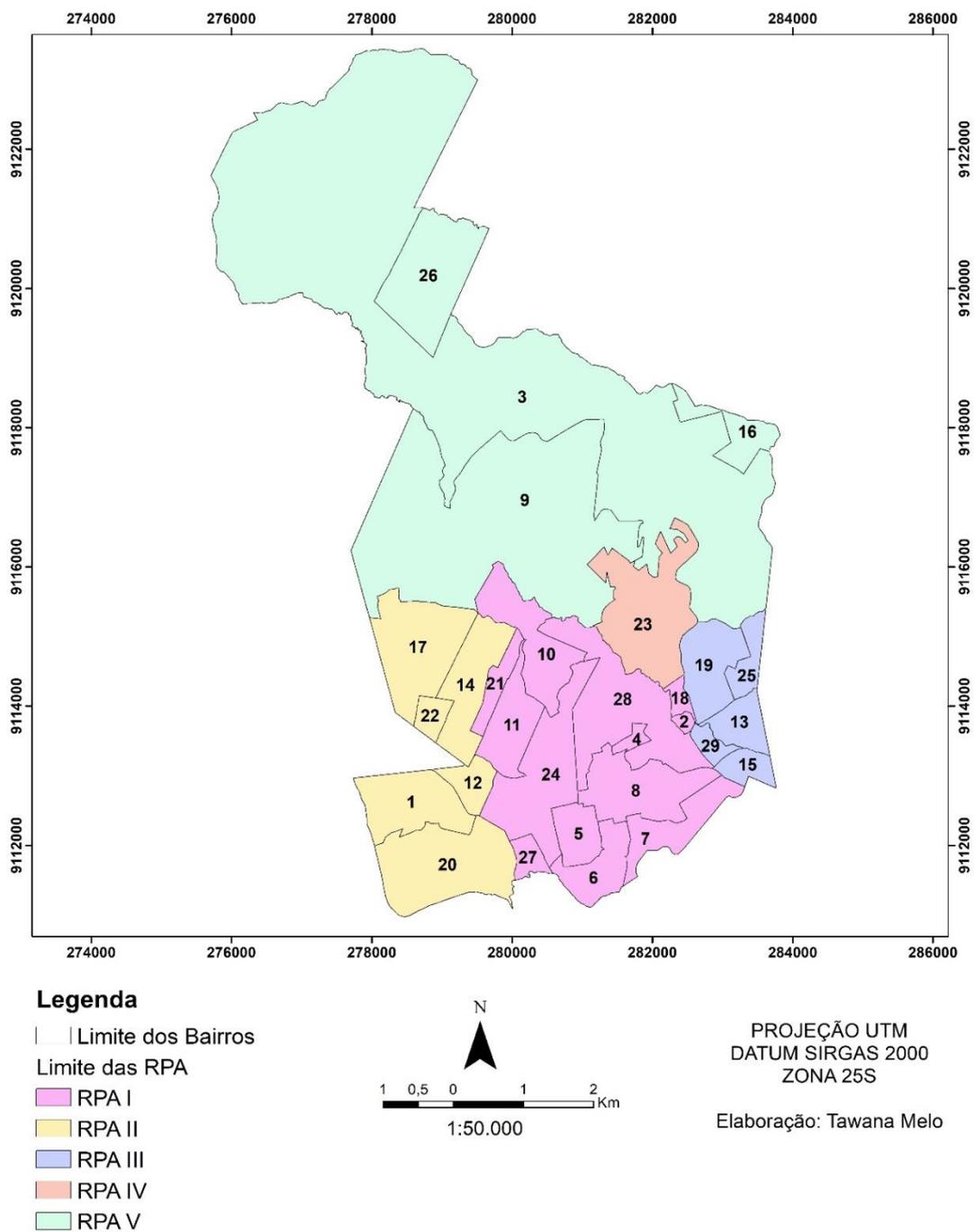
Figura 14- Mapa de localização do município de Camaragibe e do Bairro dos Estados, RMR (PE).



Fonte: Elaborado pela autora. Base de dados: *Google Earth* (2017).

Figura 15- Mapa de Regiões Político-Administrativa (RPA) de Camaragibe. O nome de cada bairro está indicado na Tabela 3.1.

REGIÕES POLÍTICO ADMINISTRATIVAS (RPA) DE CAMARAGIBE



Fonte: Base de dados do IBGE (2010).

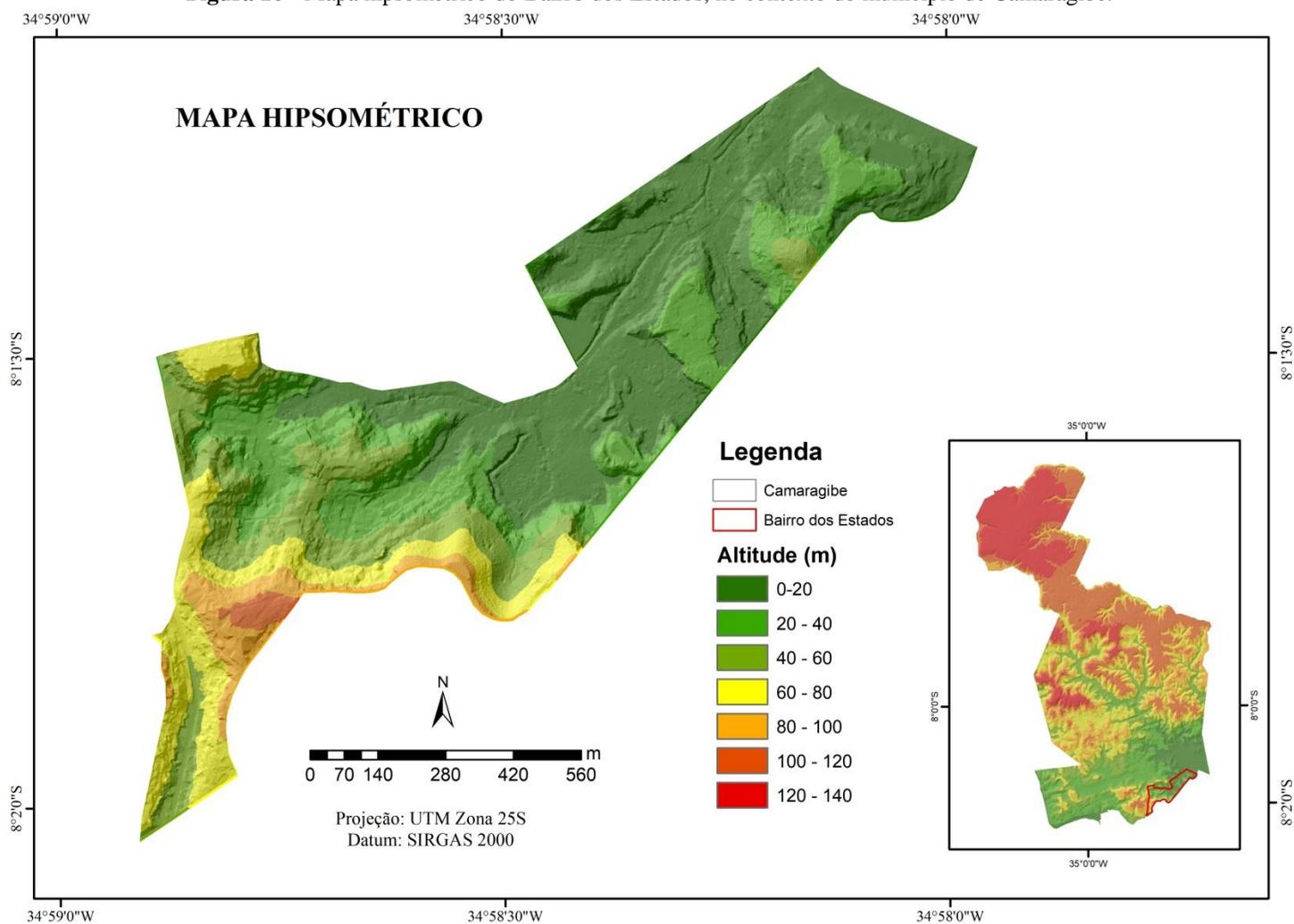
Tabela 5 - Indicação dos bairros das Regiões Político Administrativa de Camaragibe com destaque ao bairro dos Estados.

RPA	Bairros	Código*
I	Alto da Boa Vista	4
	Alto Santo Antônio	5
	Areeiro	6
	Bairro dos Estados	7
	Bairro Novo do Carmelo	8
	Celeiro das Alegrias Futuras	11
	Céu Azul	10
	Santa Tereza	21
	Timbi	24
	Viana	27
	Vila da Fábrica	28
	Aldeia de Baixo	2
	São Paulo	18
II	Alberto Maia	1
	Estação Nova	12
	João Paulo II	14
	Loteamento São João e São Paulo	17
	Santa Mônica	20
	Santana	22
III	Jardim Primavera	13
	Nazaré	15
	São Pedro	19
	Vale das Pedreiras	25
	Vila da Inabi	29
IV	Tabatinga	23
V	Aldeia dos Camarás	3
	Borrvalho	9
	Oitenta	16
	Vera Cruz	26

*O código refere-se à localização do bairro no mapa da Figura 3.2.

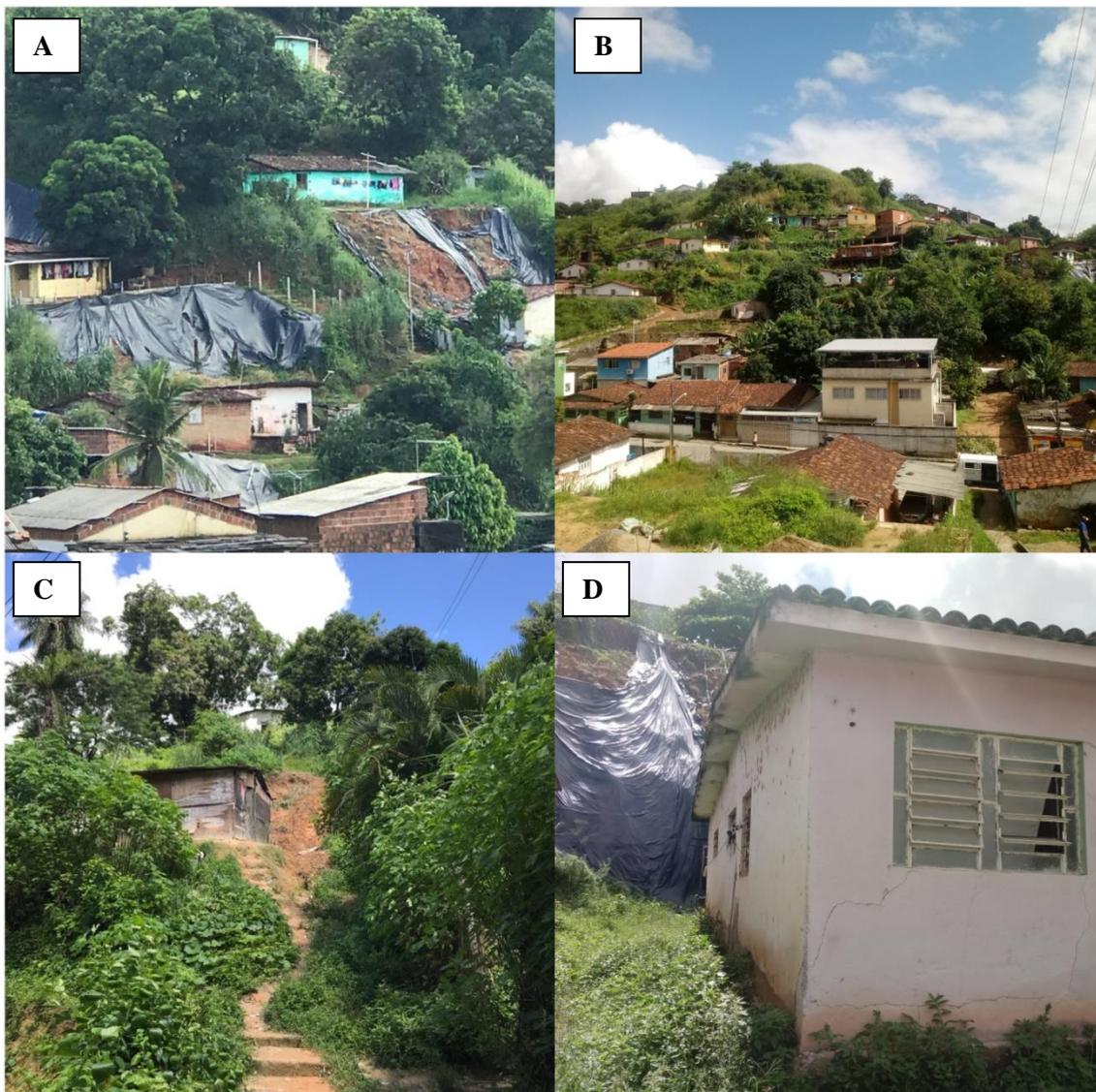
Fonte: Banco de dados da Prefeitura de Camaragibe (2000).

Figura 16 - Mapa hipsométrico do Bairro dos Estados, no contexto do município de Camaragibe.



Fonte: Elaborado pela autora. Base de dados: Pernambuco (2018).

Figura 17 - Fotos de campo do Bairro dos Estados, dos quais, observam-se cortes de taludes para construção de moradias em encostas declivosas e com medidas paliativas de lonas (A); ocupação não planejada irregular nas encostas (B); casa com padrão construtivo em madeira (C) e casa com sinais de rachadura/trincas em encosta de alta declividade (D).



Fonte: Autora (2018).

3.1 ASPECTOS FÍSICOS E HISTÓRICO DE ESCORREGAMENTOS DO BAIRRO DOS ESTADOS

O Bairro dos Estados é constituído, geologicamente, por rochas do embasamento cristalino (ex. granitos, magmatitos, gnaisses e micaxistos) presentes nas áreas de colinas recobertas por solos residuais (Figura 18); por sedimentos miocênicos da Formação Barreiras (nas áreas de Tabuleiros Costeiros) e por depósitos aluviais (Figura 18) (CPRM, 2014).

O embasamento cristalino refere-se à unidade de idade pré-cambriana (arqueozoico e proterozoico), cuja composição caracteriza-se por depósitos de areias grossas, intercaladas por estratos rítmicos de areia fina e/ou argila (Figura 18) (ALHEIROS *et al.*, 2003; CPRM, 2014). Em função de suas características granulométricas e mineralógicas são bastante friáveis e facilmente erodíveis (LIMA, 2002; CPRM, 2014).

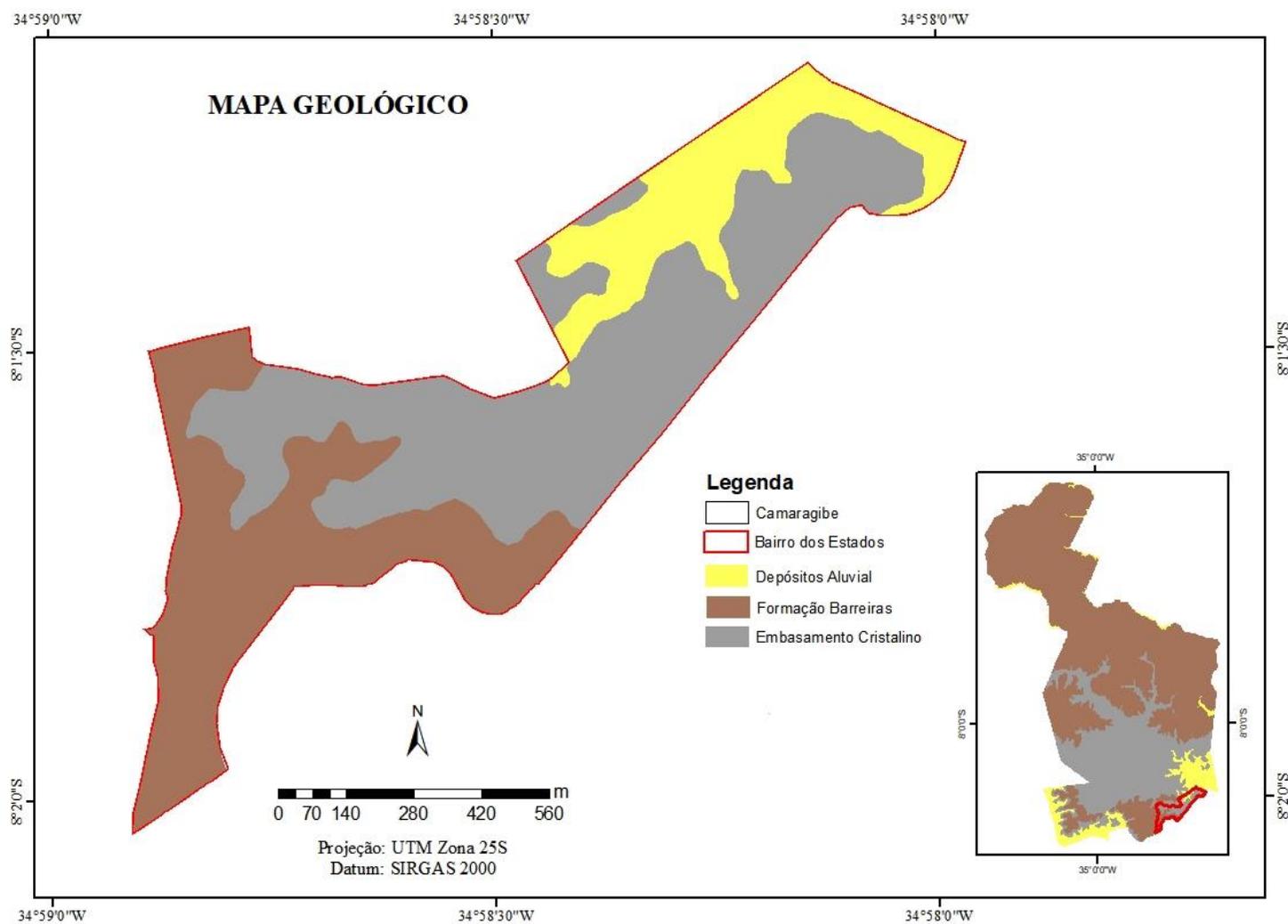
A Formação Barreiras é formada por sedimentos areno-argilosos, na qual, é possível identificar fácies deposicionais do tipo leque aluvial proximal, planície aluvial e canais fluviais (Figura 18) (SILVA *et al.*, 2008; CPRM, 2014). É na Formação Barreiras que se observa a maior incidência de episódios de escorregamentos e erosões (ex. ravinas e voçorocas) na RMR e no município (ALHEIROS, 2004; PAFALTGRAF 2007; XAVIER, 2020).

A alternância de camadas arenosas e argilosas presentes na Formação Barreiras pode afetar a estabilidade das encostas, tal como, ocorre ao sul de Camaragibe, sobretudo, no Bairro dos Estados. Os setores mais arenosos possuem uma maior predisposição para infiltração de água, principalmente, quando ocorrem no topo das encostas (MANTOVANI, 2016). As camadas argilosas, por sua vez, oferecem resistência à infiltração da água, favorecendo a ocorrência de fontes e de águas superficiais nas encostas. Nas situações cuja camada arenosa está acima de uma argilosa pode ocorrer à erosão do material, provocando escorregamentos e voçorocas (MANTOVANI, 2016).

Os depósitos aluviais localizam-se nas áreas mais planas (Figura 18). Trata-se de sedimentos recentes caracterizados por uma granulometria variada, além da presença de camadas arenosas, siltosas e cascalhos de consistência média até firme (SOUZA, 2013). São transportados pelos rios e depositados ao longo do canal fluvial. As areias grossas e

os cascalhos são predominantes nos depósitos de canal. As areias finas e argilas localizam-se nas planícies de inundação, particularmente, nas alças de meandros abandonadas (ALHEIROS,1998).

Figura 18 - Mapa Geológico de Camaragibe – PE com destaque ao Bairro dos Estados.



Fonte: Base de dados da CPRM (2014).

Geomorfologicamente, o bairro dos Estados apresenta as seguintes unidades de classificação morfoestrutural: Planícies, Planalto sedimentar litorâneo (Tabuleiros Costeiros) e Piemonte da Borborema (FONSÊCA *et al.*, 2016) (Figura 19). As **planícies** foram formadas pela deposição quaternária, que resultaram em modelados planos de acumulação (FONSÊCA *et al.*, 2016). De relevo essencialmente plano, apresentam ondulações e níveis de terraços, canais fluviais retilíneos e meandantes, dos quais, ocorrem muitos episódios de inundação (BITAR, 2014; MANTOVANI, 2016).

O **planalto sedimentar litorâneo (Tabuleiros Costeiros)** apresenta formas mais conservadas a norte e mais dissecadas a sudeste (Bairro dos Estados) (Figura 19). Tal forma desenvolveu-se a partir da erosão regressiva das cabeceiras que entalham ativamente os sedimentos incoesos que compõem seu substrato (FONSÊCA *et al.*, 2016). Sua área de ocorrência concentra-se, majoritariamente, a norte do Lineamento Pernambuco (Região Metropolitana do Recife) (PFALTZGRAFF, 2007).

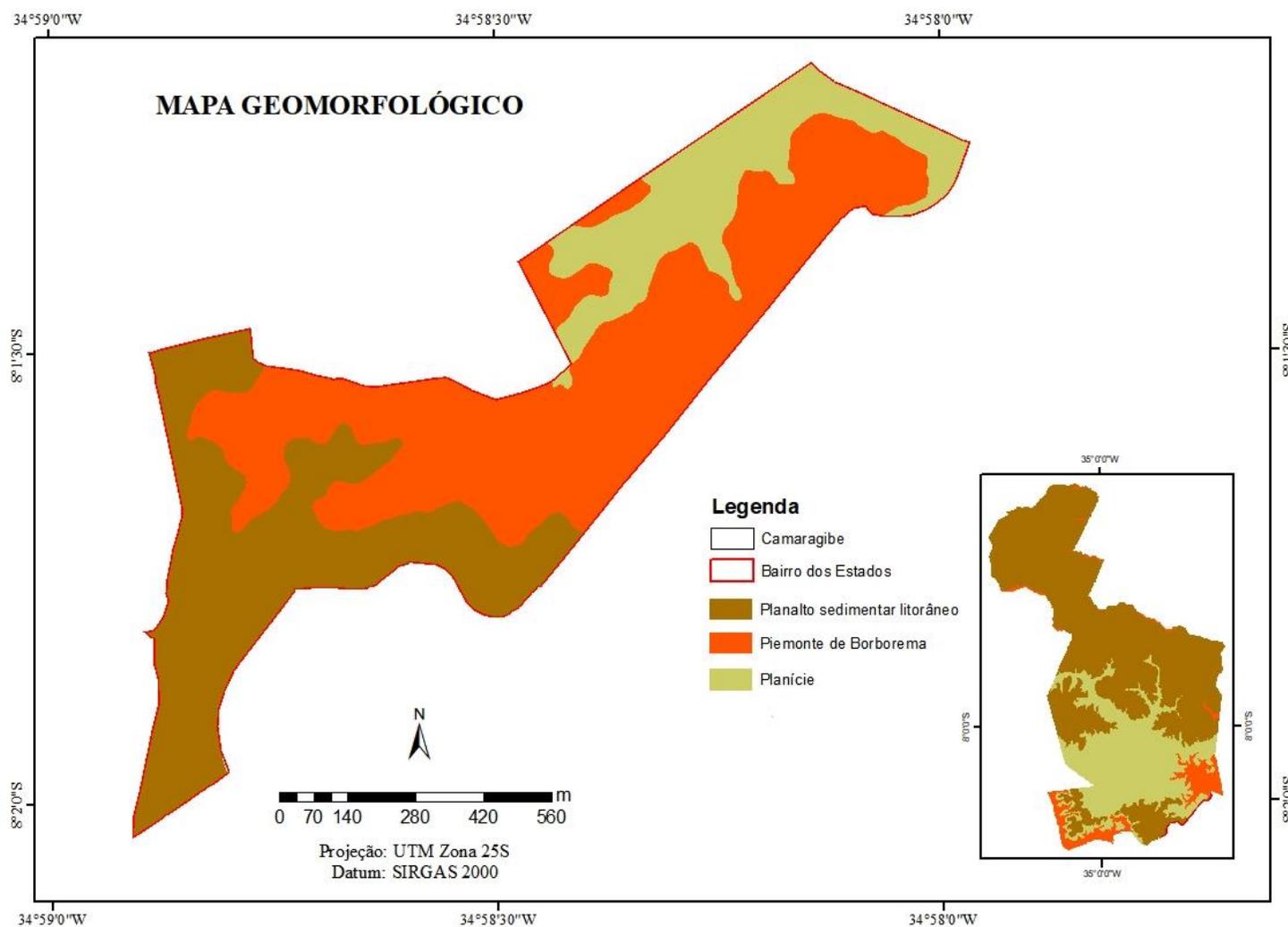
É importante salientar que o grau de dissecação deste planalto aumenta em direção à costa, ou seja, é maior ao sul do município, provocando o isolamento de tabuleiros gradualmente rebaixados e reduzidos a feições de morfologia convexa de colinas (SANTOS, 2020). Os Tabuleiros são formados por sedimentos da Formação Barreiras, caracterizando-se com altitudes que variam entre 40m e 50m próximos à planície e até mais de 160m nas áreas de maior altitude (CPRH/FNMA, 2003). Apresentam topos planos, entrecortados por vales estreitos e profundos, cujas encostas apresentam altas declividades concentradas nas áreas a oeste do bairro (> 30%), médias a oeste e leste (15% e 30%) e baixas a leste (< 15%) (ASSIS, 2001).

As elevadas declividades das bordas dos tabuleiros também favorecem a ocorrência dos escorregamentos, pois o grau do ângulo de repouso ou ângulo crítico em função do peso das camadas, da granulometria e do nível de coesão irá interferir na ocorrência do escorregamento. Muitos escorregamentos evoluem para ravinas e voçorocas e vice-versa (Figura 20). No bairro, registram-se muitas áreas ocupadas nesta unidade geológica-geomorfológica (ALHEIROS, 1998; PFALTZGRAFF, 2007).

O **Piemonte da Borborema** possui uma morfologia caracterizada por formas pluriconvexas, com altitudes, geralmente, abaixo dos 200m (CPRM, 2014). Nessa unidade, predominam rochas metamórficas (gnaisse) e magmáticas intrusivas (granito), pertencentes ao Complexo Salgadinho, de idade paleoproterozoica. Estas são constituídas por ortognaisses de composição granítica a tonalítica e, em menor proporção, monzonítica, monzodiorítica e diorítica (CPRM, 2014).

Os vales desse domínio, em geral, apresentam morfologia transversal em “V”, com fundos intensamente colmatados pela sedimentação quaternária e mesmo antropogênica (BANDEIRA, 2003; FONSECA *et al.*, 2016). Dessa forma, acomoda uma densa rede de drenagem com variações na sua morfologia, cujos processos morfodinâmicos desencadeados são a erosão e a inundação. Nesta área é possível identificar fácies deposicionais do tipo leque aluvial proximal, planície aluvial e canais fluviais (SILVA *et al.*, 2008).

Figura 19 - Mapa Geomorfológico de Camaragibe – PE (em escala regional) com destaque ao Bairro dos Estados.



Fonte: Base de dados do CPRM (2014) e de FONSECA *et al.* (2016).

Figura 20 - A - Vista panorâmica do Alto do Padre Cícero (Bairro dos Estados), onde podem ser observados processos erosivos, a partir de solo exposto, cicatrizes de escorregamentos e adensamento populacional nas encostas do município. **B** - Destaque da imagem A, na qual, é possível observar encosta erodida sob a Formação Barreiras.



Fonte: Autora (2018).

Quanto aos tipos de solos, há o predomínio de Latossolos Amarelos e de Neossolos Flúvicos (Figura 21). Os Latossolos encontram-se em áreas de maior altitude e os Neossolos Flúvicos nas áreas mais planas (EMBRAPA, 2018).

De acordo com Silva *et al.* (2001), os Latossolos Amarelos, classe predominante, foram desenvolvidos, principalmente, de sedimentos da Formação Barreiras e de rochas cristalinas ou sob influência destas. Trata-se de solos bastante uniformes quanto à cor, textura e estrutura. Além disso, são profundos a muito profundos, bem drenados, com predominância de textura argilosa e apresentam alta erodibilidade à medida que permanecem desnudos, pois quando saturado torna-se altamente suscetível a escorregamentos (SIDLE *et al.*, 1985; DIAS e HERRMANN, 2002; EMBRAPA, 2018).

Os Latossolos são solos minerais não hidromórficos, com profundidades, normalmente, superiores a 2m e bem desenvolvidos (EMBRAPA, 2001). Apresentam o horizonte B muito espesso, com sequências de horizontes A, B e C pouco diferenciados. As cores variam de vermelhas muito escuras a amareladas, geralmente escuras no A, vivas no B e mais claras no C (EMBRAPA, 2001). O horizonte B latossólico é constituído, essencialmente, por minerais altamente intemperizados e, conseqüentemente, a fração argila é de baixa atividade. Possuem altos percentuais de areia, baixo percentual de silte e uma fração de argila, características que os tornam permeáveis e mais estáveis (EMBRAPA, 2001; BANDEIRA, 2003).

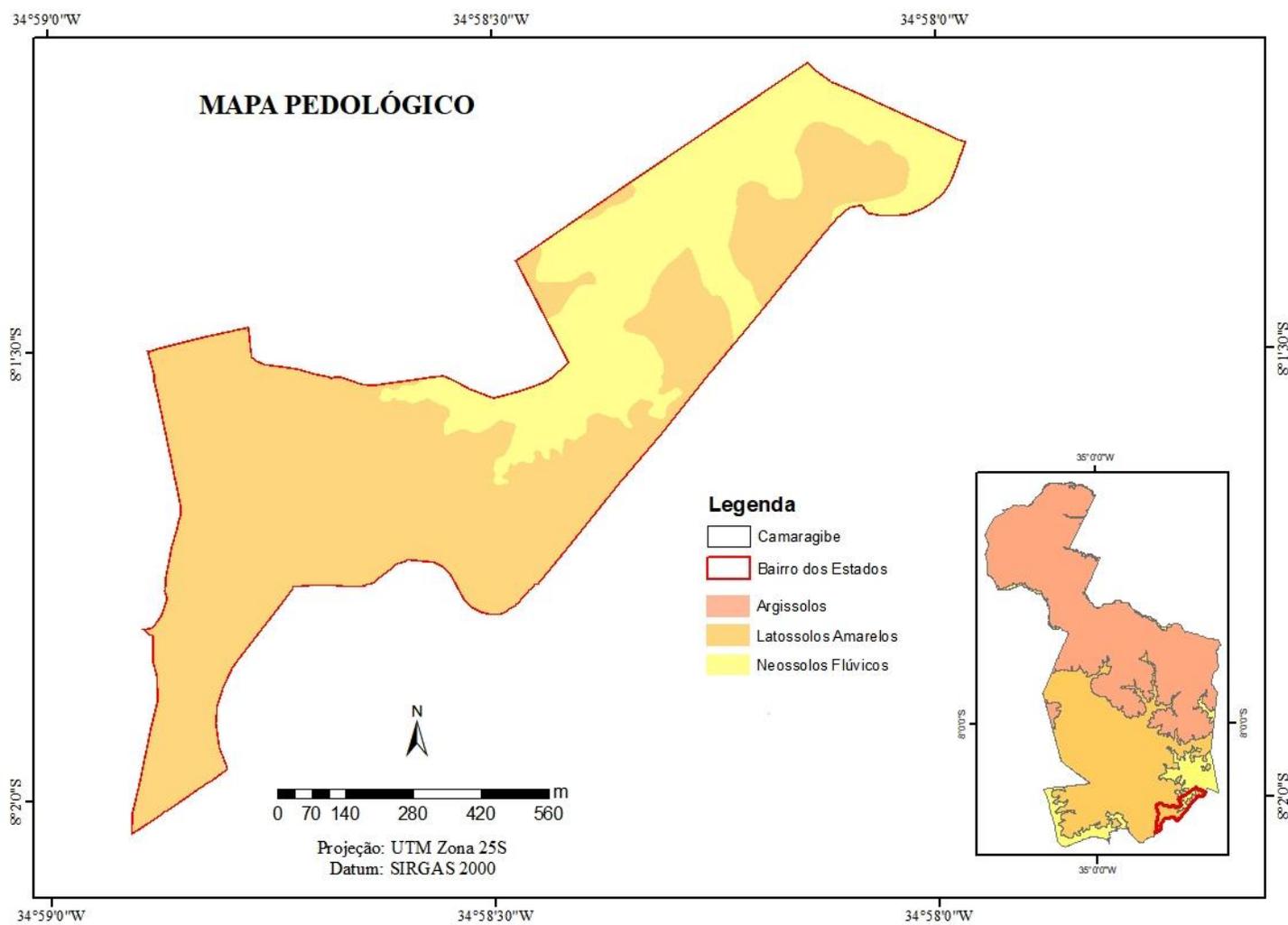
Os Neossolos são pouco evoluídos e não possuem o horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2018). As camadas apresentam granulometrias bastante diversificadas, devido à heterogeneidade de deposição do material originário. Ocupam áreas de várzea, pouco ou não sujeitas à erosão, cujos solos que apresentam muito silte na sua composição textural requerem atenção especial quanto a problemas de compactação (SILVA *et al.*, 2001). Esse tipo de solo (não hidromórfico) é profundo com um horizonte superficial A diagnóstico, oriundo de sedimentos quaternários recentes (EMBRAPA, 2018).

A formação argilo-mineral dos neossolos apresenta um papel importante na ocorrência de escorregamentos, uma vez que as areias possuem um alto teor de feldspatos, os quais, sujeitos aos processos de argilização sob o clima quente e úmido favorecem a ocorrência destes processos (CPRH, 2005).

Conforme Alheiros *et al.* (2003), o processo de intemperismo químico é desencadeado pelas altas taxas de umidade e de temperatura elevada, típicas da RMR.

Esse tipo de intemperismo decompõe os minerais mais frágeis (feldspato e micas), comuns nas rochas graníticas do embasamento cristalino e nas coberturas sedimentares, promovendo sua argilização. Tal ação acelera os processos de escorregamentos, pois as partículas de feldspato, inicialmente do tamanho das partículas de areia nos sedimentos da Formação Barreiras, aumentam o teor de argila, contribuindo para a instabilidade das encostas (ALHEIROS *et al.*, 2003).

Figura 21 - Mapa Pedológico de Camaragibe – PE com destaque ao Bairro dos Estados.



Fonte: Base de dados da EMBRAPA (2001).

O clima do bairro é classificado como tipo As', conforme a classificação de Köppen, caracterizado como tropical quente úmido com verão seco e uma estação chuvosa (inverno). Apresenta uma temperatura média anual de 25°C e uma pluviosidade anual de 1.710 mm (ALVARES *et al.*, 2013).

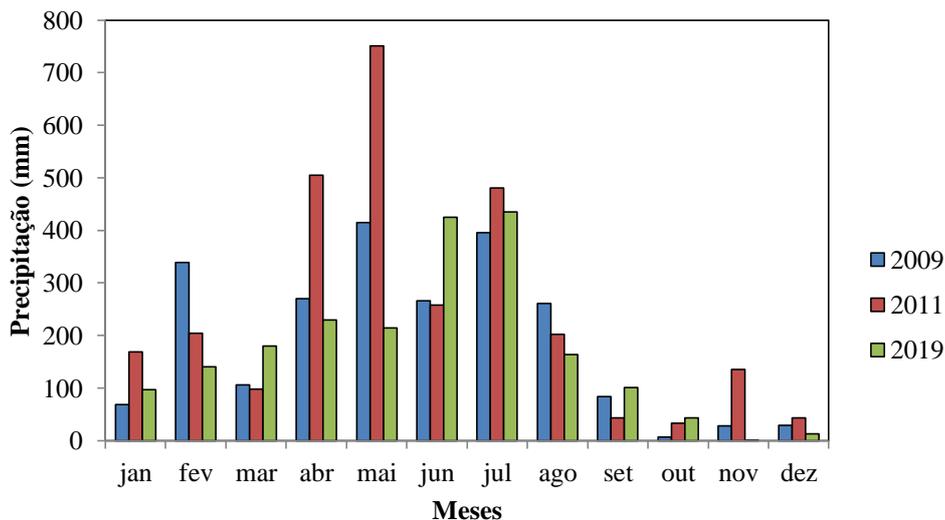
Predominam chuvas convectivas, que ocorrem pelo deslocamento e pelo resfriamento das massas de ar em altitudes elevadas, além de mudanças de temperatura (OLIVEIRA *et al.*, 2011). Nos meses de abril a julho, ocorre o período chuvoso, enquanto os meses de outubro, novembro e dezembro são os de menor precipitação (Figura 22).

Os principais sistemas sinóticos atuantes na área são os VCANs (Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis) e os DOLs (Distúrbios Ondulatórios de Leste) ou as Ondas de Leste, responsáveis por elevados índices pluviométricos (IBGE, 2002; FERREIRA; MELLO, 2005; INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2016). Os VCANs formam-se em baixa pressão sinótica na alta troposfera, sobre o Oceano Atlântico durante o verão, atuando sobre as áreas próximas ao litoral com duração pluviométrica média entre 2 e 4 dias (KOUSKY e GAN, 1981).

O DOL é o principal sistema responsável pela atuação das chuvas no período de outono-inverno na Região Metropolitana do Recife. Sua formação está relacionada a perturbações barométricas na atmosfera sobre o Oceano Atlântico oriundo da costa africana e carregado por ventos alísios, gerados na Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Os mesmos podem formar-se também pela atuação de frentes frias devido à elevação da temperatura do mar em menores latitudes, ocasionando precipitações mais intensas (MOLION e BERNARDO, 2002; MACHADO *et al.*, 2012).

Destaca-se também a influência do Dipolo do Atlântico corroborando para períodos de maior precipitação, sobretudo, quando associado ao fenômeno *La Niña*. Neste caso, ocorre o resfriamento anômalo das águas do Oceano Pacífico em conjunto ao dipolo negativo do Atlântico. Logo, ocorrem anos marcados por chuvas moderadas, intensas ou muito intensas (MOLION e BERNARDO, 2002; FERREIRA e MELLO, 2005).

Figura 22 - Exemplo de precipitação mensal no Bairro dos Estados (anos de 2009, 2011 e 2019). Entre abril e julho ocorre o período chuvoso, enquanto nos meses de outubro, novembro e dezembro ocorrem as menores precipitações.



Fonte dos dados: APAC (2020).

A Tabela 6 indica as médias pluviométricas mensais de precipitação entre 2009 e 2020, dos quais, destacam-se os anos de 2009, 2011 e 2019 (médias mais elevadas nos meses de abril a julho) devido ao histórico de escorregamentos neste mesmo período para o Bairro dos Estados com perdas humanas (óbitos). A elevação da média pluviométrica destes anos decorreu devido à atuação de fenômenos climáticos. Em 2019, por exemplo, foram ocasionadas pela atuação do *El Niño*, com níveis pluviais entre 100mm e 200 mm, acima da média recorrente (MARENGO, 2008).

Em 2011, ocorreram em função das DOLs (Distúrbios Ondulatórios de Leste), bem como, em 2019 (APAC, 2011). Tal fenômeno trouxe para a Região Metropolitana do Recife, neste período, um dos maiores índices de precipitação em 24 horas dos últimos 30 anos (INMET, 2019; MELO e SANTOS, 2019).

Tabela 6 - Precipitação mensal do período de 2009 a 2020, com destaque para os anos de 2009, 2011 e 2019 (anos com maiores ocorrências de escorregamentos e perdas humanas que resultaram em óbitos).

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Agos	Set	Out	Nov	Dez
2009	69,0	338,5	106,2	269,9	414,6	265,5	395,5	261,3	83,6	6,8	27,8	28,7
2010	150,4	58,4	67,5	187,6	106,2	546,5	210,8	168,5	71,5	20,1	22,1	58,0
2011	168,6	204,2	97,5	504,5	751,1	258,3	480,4	201,9	43,1	33,5	135,6	43,8
2012	301,3	135,8	105,7	55,1	172,7	316,5	280,4	149,0	14,6	48,9	8,8	22,2
2013	123,6	52,5	113,5	242,9	300,0	459,8	389,5	208,2	156,4	96,1	78,9	178,2
2014	130,6	116,0	180,5	157,9	265,6	337,1	213,8	150,8	278,8	129,4	46,8	83,4
2015	45,2	54,8	346,9	43,2	151,0	379,5	411,0	97,9	33,6	12,1	16,0	105,3
2016	144,8	69,7	226,1	328,4	453,0	128,2	107,3	62,5	35,2	16,3	20,5	52,8
2017	23,8	54,4	141,1	262,4	291,3	474,6	418,7	117,5	78,6	65,0	23,2	44,3
2018	156,5	164,8	176,4	447,4	200,1	152,8	97,2	80,9	40,0	29,5	58,0	79,7
2019	96,8	139,9	180,2	229,0	213,9	425,0	434,6	163,5	101,1	42,8	0,4	13,1
2020	20,6	85,2	100,4	80,3	278,0	-	-	-	-	-	-	-

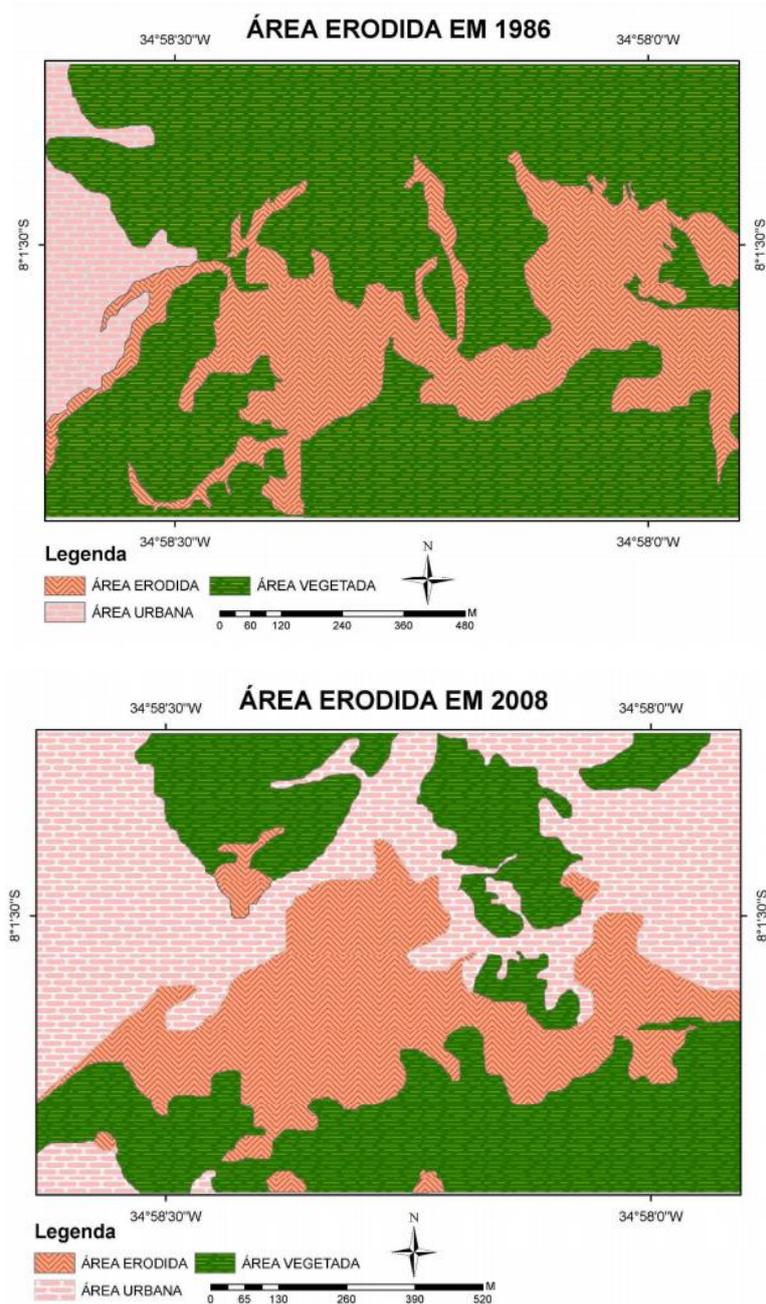
Fonte dos dados: APAC (2020).

Com relação à cobertura vegetal, Camaragibe localiza-se em uma área de Floresta Subperenifólia, densa, composta de árvores de grande porte (20m a 30m de altura), latifoliadas e com presença de um grande número de epífitas (ATLAS DE PERNAMBUCO, 1999). A cobertura vegetal estimada para o município é de 7% (PREFEITURA DE CAMARAGIBE, 2000) e é onde se localiza uma das maiores reservas florestais com resquícios de Mata Atlântica da RMR (*Prive Vermont*). O *Prive Vermont* possui 170 hectares de Mata, situado no centro do município (Bairro Novo). É protegido pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo de Camaragibe de 1997.

No Bairro dos Estados há muitas áreas desmatadas devido à extração de argila e de areia utilizadas na construção civil. Ocorre, também, remoção de áreas vegetadas para ocupação urbana. Nesse tocante, Silva *et al.* (2008) realizaram uma análise morfodinâmica evolutiva (Figura 23), na qual, compararam a evolução de processos erosivos (sobretudo voçorocas) entre 1986 e 2008 e, conseqüentemente, a supressão de área verde para o bairro. Salienta-se que a composição mineralógica da formação barreiras, irá desencadear esses processos erosivos, que podem ser correlacionados com os escorregamentos devido a sua geologia e geomorfologia, além da remoção das áreas vegetadas para corres e aterros de autoconstrução.

Assim, poucos setores do bairro, anteriormente desmatados, conseguiram ser novamente colonizados e recuperados pela vegetação (Figura 23). Tal supressão ocorreu, predominantemente, nos topos de colinas e ao longo da incisão central de algumas voçorocas (SILVA *et al.*, 2008). O intenso desmatamento também foi impulsionado por ações inadequadas, tais como, cortes de taludes para a construção de moradias (Figura 24).

Figura 23 - Comparação morfodinâmica evolutiva de áreas erodidas (e supressão vegetal) de parte do Bairro dos Estados entre 1986 (mapa superior) e 2008 (mapa inferior).



Fonte: Silva *et al.* (2008).

Figura 24 - **A**-Vegetação adensada em área colinosa, com presença de cicatriz erosiva. **B**- Presença de vegetação arbustiva em área precariamente ocupada.



Fonte: Autora (2018).

O histórico de escorregamentos no Bairro dos Estados foi catalogado pela Defesa Civil municipal de Camaragibe, reportagens jornalísticas e trabalhos acadêmicos, tal como, Xavier (2020). O referido autor elaborou um banco de dados do município de Pernambuco, composto por ocorrências de escorregamentos e de erosão pluvial, do qual, foi realizado um recorte dos episódios de escorregamentos para o bairro dos Estados.

Destes episódios, destacam-se os anos de 1996, devido fortes chuvas e deflagração dos processos; de 2009, em função de escavações irregulares; de 2011, em virtude de precipitações intensas e, mais recentemente, o ano de 2019, com sete vítimas (Figura 25) (DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE CAMARAGIBE, 2018). Em 2020, também foram registradas ocorrências de escorregamentos, em função de fortes precipitações, que atingiram moradias construídas próximas à base das encostas (Figura 26).

O evento de 2019, que ganhou grande repercursão devido ter sido um evento com vítimas, ao ser avaliado os parâmetros físicos geologicamente está na Formação Barreiras, geomorfologicamente no Planalto Sedimentas Litorâneo, pedologicamente nos Latossolos Amarelos, essas características predispõe um ambiente mais suscetível para o processo de escorregamentos.

Figura 25 - A- Episódio de escorregamento em 2019, com 7 vítimas na 2ª Travessa de Bom Jesus (divisa entre o Bairro Novo e o Bairro dos Estados). **B-** Mesmo episódio com destaque ao atingimento de moradias construídas muito próximas à base da encosta.



Fonte: Alexandre Gondim (2018).

Figura 26 - A- Cicatriz de escorregamento na Rua Maria Amélia de Santana (sudeste do bairro), devido precipitações intensas do dia 27 de abril de 2020, com risco iminente ao lado da cicatriz (casa muito próxima à encosta declivosa com indícios de rastejo). **B-** Moradias atingidas construídas muito próximas à base da encosta.



Fonte: Jornal Online Camaragibe Agora (2020).

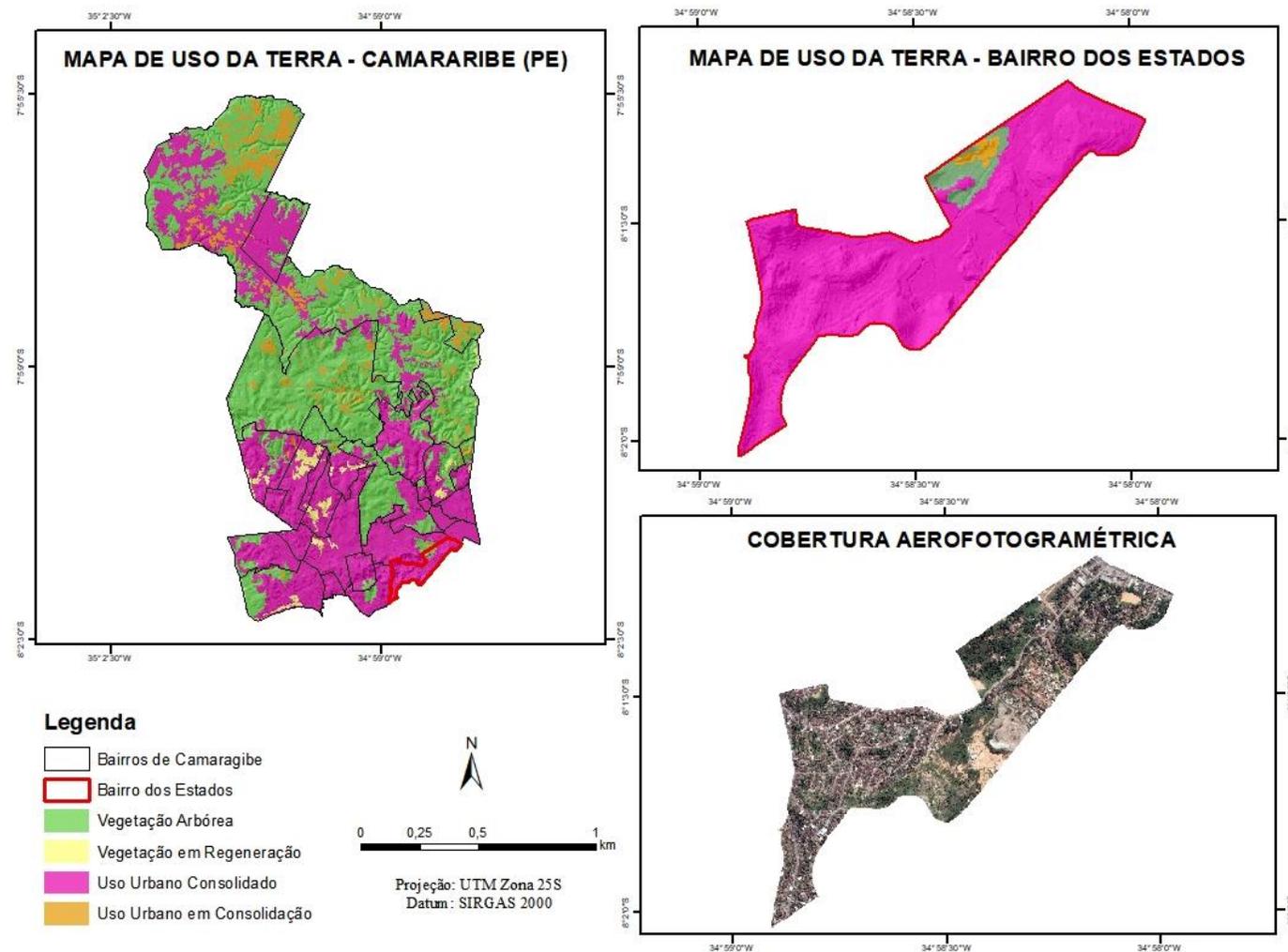
3.2 ASPECTOS ANTRÓPICOS, ÁREAS DE RISCO E MEDIDAS MITIGATÓRIAS

O uso da terra de Camaragibe caracteriza-se pela vegetação arbórea e em regeneração, além de usos urbanos em consolidação e consolidado (Figura 27). Ao sul do município há a maior concentração de áreas com uso urbano consolidado (Figura 27) (SANTOS, 2020). No Bairro dos Estados, predomina uso urbano consolidado, e em menor proporção, uso urbano em consolidação e da vegetação arbórea (Figura 27).

De acordo com a cobertura aerofotogramétrica do bairro, observam-se escorregamentos pretéritos, em áreas densamente urbanizadas (SANTOS, 2020; XAVIER, 2020). Quanto às áreas de erosão, estas decorrem, em grande parte, em áreas de solo exposto (SILVA *et al.*, 2008).

No bairro, há áreas fortemente degradadas pela mineração, com muitas ocorrências de acidentes (BANDEIRA, 2003). Ademais, demais pressões antropogênicas vêm causando a ocorrência de escorregamentos, a saber: retirada da vegetação, atividade industrial, saneamento básico incipiente, construção civil, cortes e aterros mal executados, implantação de estradas e especulação imobiliária (SILVA *et al.*, 2008).

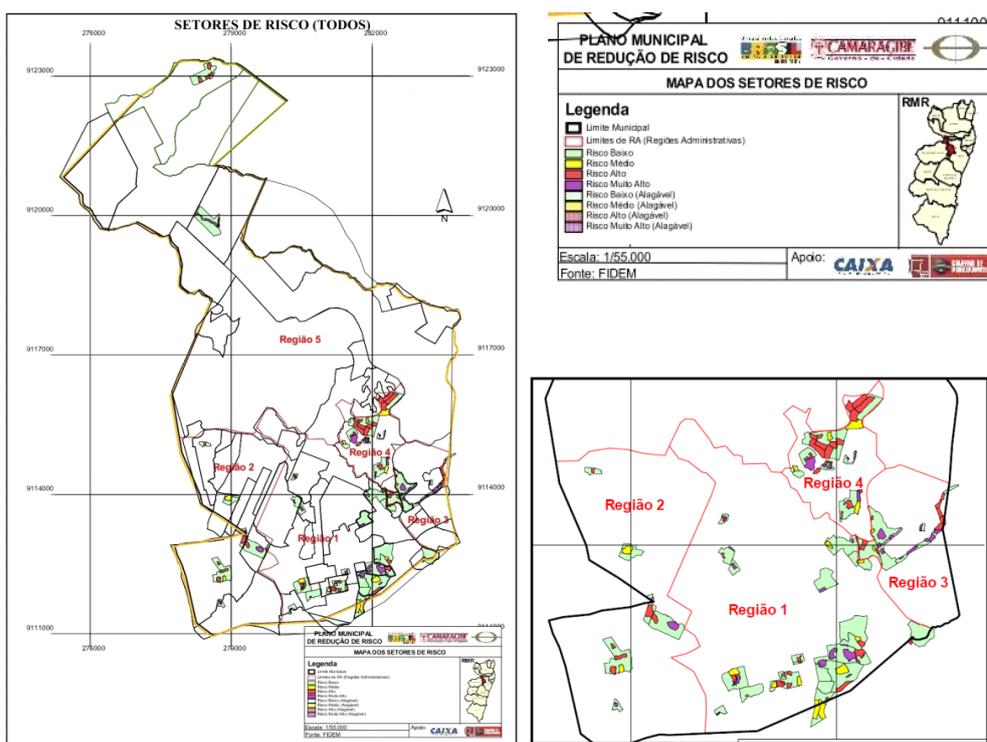
Figura 27 - Mapa de Uso da terra de Camaragibe – PE com destaque ao bairro dos Estados e sua cobertura aerofotogramétrica.



Fonte: Base de dados de Santos (2020) e *Google Earth* (2017).

Camaragibe possui o Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR, 2006), realizado em 2006 com recursos do Ministério das Cidades, no qual, foram mapeados 164 setores de risco a escorregamento e erosão em 28 localidades (Figura 28). Destes, 7 setores foram mapeados no Bairro dos Estados nas localidades do Alto Padre Cícero, Rua das Palmeiras, Rua João Carneiro da Cunha e Rua Princesa Izabel (PMRR, 2006). A Travessa Bom Jesus, local onde ocorreu o acidente em 2019 (Figura 28), já estava mapeada no documento como área de prioridade para intervenção.

Figura 28 - Mapa de Setores de Risco a escorregamento e erosão do Município de Camaragibe, no qual, foram mapeados 38 setores de Risco Muito Alto, 52 setores de Risco Alto, 22 setores de Risco Médio e 52 setores de Risco Baixo, com destaque para a Zona Sul da cidade.



Fonte: PMRR (2006).

A Prefeitura de Camaragibe realiza, periodicamente, medidas mitigatórias para a prevenção de escorregamentos, principalmente, nos períodos chuvosos. Além do monitoramento das áreas de risco, existem ações estruturais, tais como, muros de arrimos, telas argamassadas, gramas em taludes, entre outros (Figura 29). Da mesma forma, também são realizadas obras não estruturais, como a retirada de resíduos sólidos nas encostas, além da remoção de famílias em situações mais perigosas. No qual

mantem os dados atualizados de forma periódica, por meio de trabalhos de campo e solicitações dos moradores que entram em contato.

Apesar da existência de tais ações, observa-se a persistência de muitas encostas cobertas com lonas, muitas vezes por longos períodos e de forma definitiva (e não paliativa). As contenções de encostas com lonas são medidas emergenciais, não devendo ser colocadas como solução definitiva do problema, uma vez que possuem duração curta, de poucos dias, sendo facilmente desgastadas.

Os sistemas de drenagem de muitas moradias foram construídos nas encostas de forma irregular e outras por canaletas e, em alguns casos, o esgoto doméstico é lançado diretamente no solo, aumentando a probabilidade de escorregamentos, mesmo em períodos de baixa pluviometria. A maioria das habitações é construída em alvenaria, reduzindo a vulnerabilidade. Ainda assim, é comum a presença de construções de grande porte em encostas sem o devido critério técnico ou de laudos profissionais especializados para esse tipo de construção.

Figura 29 - **A**- Encosta ocupada por moradias irregulares nos bairros dos Estados, onde é possível observar a presença de solo exposto, vegetação secundária e lonas plásticas. **B**- Proteção de talude com lona plástica desgastada. **C**- Medida mitigatória paliativa com a utilização de muro gramado.



Fonte: Autora (2018).

O Plano de Contingência ou Preventivo da Defesa Civil é estabelecido por ações de convivência com os riscos geomorfológicos associados aos escorregamentos, presentes nas áreas de ocupação mais declivosas, em razão da gravidade do problema e da impossibilidade de eliminação, no curto prazo, dos riscos identificados (MACEDO, OGURA e SANTORO, 2006; MACEDO e SANTORO, 2002).

Conforme o Plano de Contingência da Defesa Civil de Camaragibe - PCDCC (2013), em março de 1997, foi elaborado o primeiro Plano de Defesa Civil para o município. Neste sentido, a intenção foi minimizar os impactos ambientais, a destruição de moradias e o grande número de famílias desabrigadas, recorrente nos períodos chuvosos. Buscou, assim, diminuir a problemática dos riscos de escorregamentos e inundações (PLANO DE CONTINGÊNCIA DA DEFESA CIVIL DE CAMARAGIBE, 2013).

Para a melhor ação do governo municipal, as áreas de encostas e áreas alagadiças, consideradas de risco, foram divididas em quatro áreas de atuação (Figura 30 e Quadro 5). Estas objetivaram facilitar a distribuição de funções administrativas e de planejamentos específicos, tendo cada região suas características e suas necessidades individuais (o bairro dos Estados localiza-se na área I de atuação) (PCDCC, 2013).

O Plano de Contingência de Camaragibe estabelecido para ações emergenciais e utilizado nos períodos críticos de chuvas definiu prioridades de ação, de estruturação de equipes de emergência, do monitoramento das áreas de maior risco e das atribuições dos parceiros da Defesa Civil. Para as ações preventivas, a Defesa Civil realiza o diagnóstico e o monitoramento das áreas de risco, com trabalhos de conscientização dos moradores sobre práticas cotidianas de preservação das encostas, o planejamento e a preparação para o enfrentamento do inverno (quando os índices pluviométricos são mais elevados).

Das medidas mitigadoras educativas, destacam-se: políticas de planejamento urbano, controle da legislação, planos preventivos de defesa civil e práticas de educação ambiental. São consideradas tecnologias brandas e de custo mais baixo, em relação às medidas estruturais, com resultados igualmente eficientes, principalmente, na prevenção dos desastres (MINISTÉRIO DAS CIDADES e IPT, 2007).

Tais medidas (estruturais e não estruturais), pautadas no Plano de Contingência da Defesa Civil de Camaragibe (2013), objetivaram, portanto, a segurança da população, com vistorias técnicas diárias nas áreas de maior risco, a implantação de medidas antecipadas que orientem o caminho de águas servidas e pluviais (drenagens e

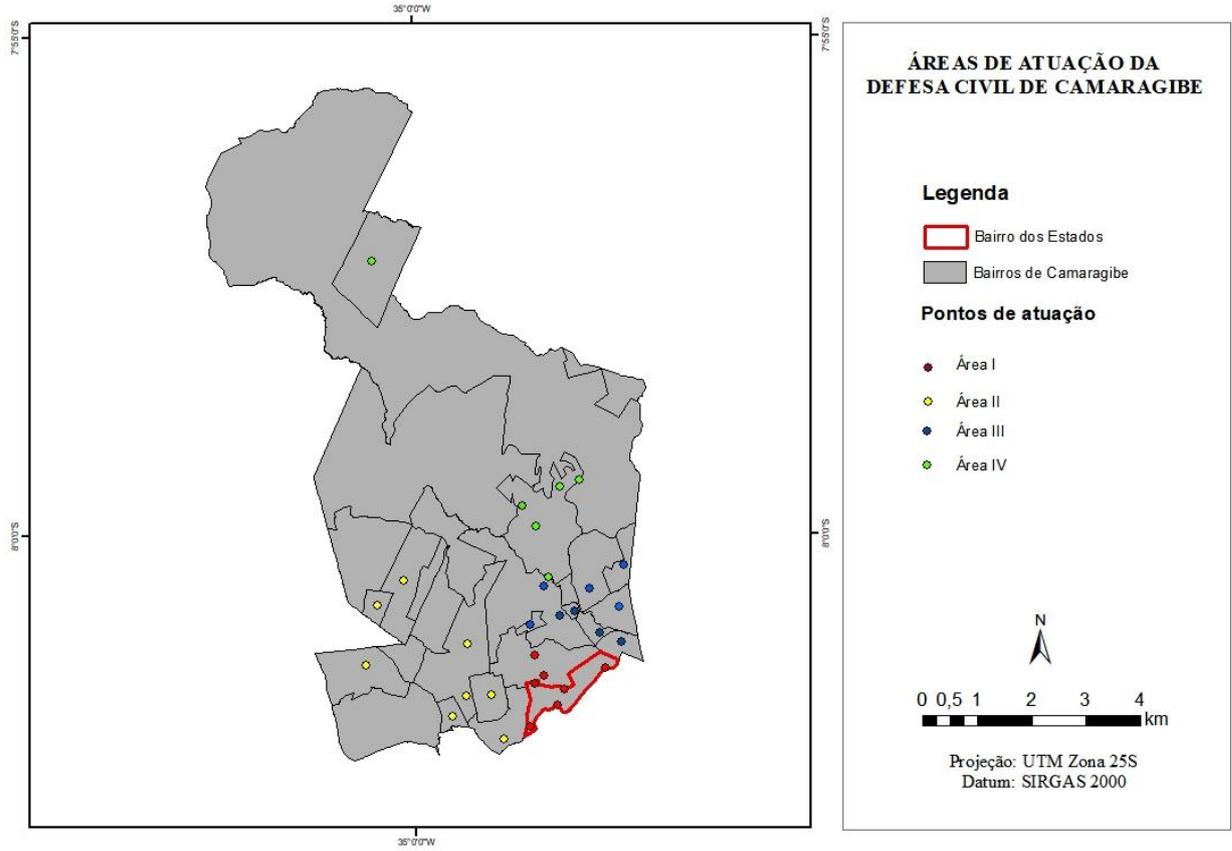
intervenções nas encostas), indicação de obras e o envolvimento da população no processo, conscientizando-a da necessidade da redução de riscos.

Na intenção de atrair a participação da comunidade, foi implantado o Núcleo Comunitário de Defesa Civil (NUDEC), com o propósito de informar, organizar e preparar os moradores para minimização de desastres. Salienta-se que após a criação da Lei Nº 12.608, de 10 de abril de 2012, passou a não considerar a nomenclatura de Núcleo Comunitário de Defesa Civil (NUDEC), se considera Proteção e defesa Civil, portanto passou a ser chamado de NUPDEC - Núcleo Comunitário de Proteção e Defesa Civil.

O NUDEC é formado por um grupo comunitário organizado em um distrito, bairro, rua, edifício, associação comunitária, entidade, entre outros, para participação de atividades de defesa civil de forma voluntária (SEDEC, 2007). No Bairro dos Estados, foi criado o **NUDEC- Jovem** composto por quinze jovens entre 14 e 24 anos, que trabalham voluntariamente com a Defesa Civil, colaborando na identificação dos riscos, tinham seu cadastro com nome completo, número de telefone e endereço cadastrado no Plano de Contingência do município em 2013. Atualmente, esse núcleo não existe mais no bairro.

Mediante ao exposto, o presente trabalho busca analisar o bairro dos Estados especificamente os principais setores de risco indicados pela Defesa Civil municipal, no qual foram aplicadas metodologias que avaliaram o quadro da suscetibilidade, vulnerabilidade e risco participativo dos setores.

Figura 30 - Principais áreas de atuação da Defesa Civil em Camaragibe com destaque ao Bairro dos Estados.



Fonte: Banco de dados da Defesa Civil municipal de Camaragibe (2013).

Quadro 5 - Distribuição das áreas de risco para efeito operacional da Defesa Civil, cujo Bairro dos Estados localiza-se na área I.

ÁREA I	ÁREA II	ÁREA III	ÁREA IV
<u>Bairro dos Estados</u>	Areeiro	Vale das Pedreiras	Tabatinga
Carmelitas	Alto Santo Antônio	Jardim Primavera	Córrego da Andorinha
Areinha	Córrego do Desastre	Loteamento São Pedro e São Paulo	Loteamento São Jorge
Alto do Padre Cícero	João Paulo II	Vila da Fábrica	Ostracil
Rosa Selvagem	Viana	Nazaré	Baixinha
Jardim Teresópolis	Bairro Novo	Inabi	Vera Cruz
	Alberto Maia	Aldeia de Baixo	Loteamento Santa Cristina
	Santana	Alto da Boa Vista	
	Paulo Afonso	Sítio dos Macacos.	
	Timbi		
	Santa Mônica		
	Céu Azul		
	Estação Nova		

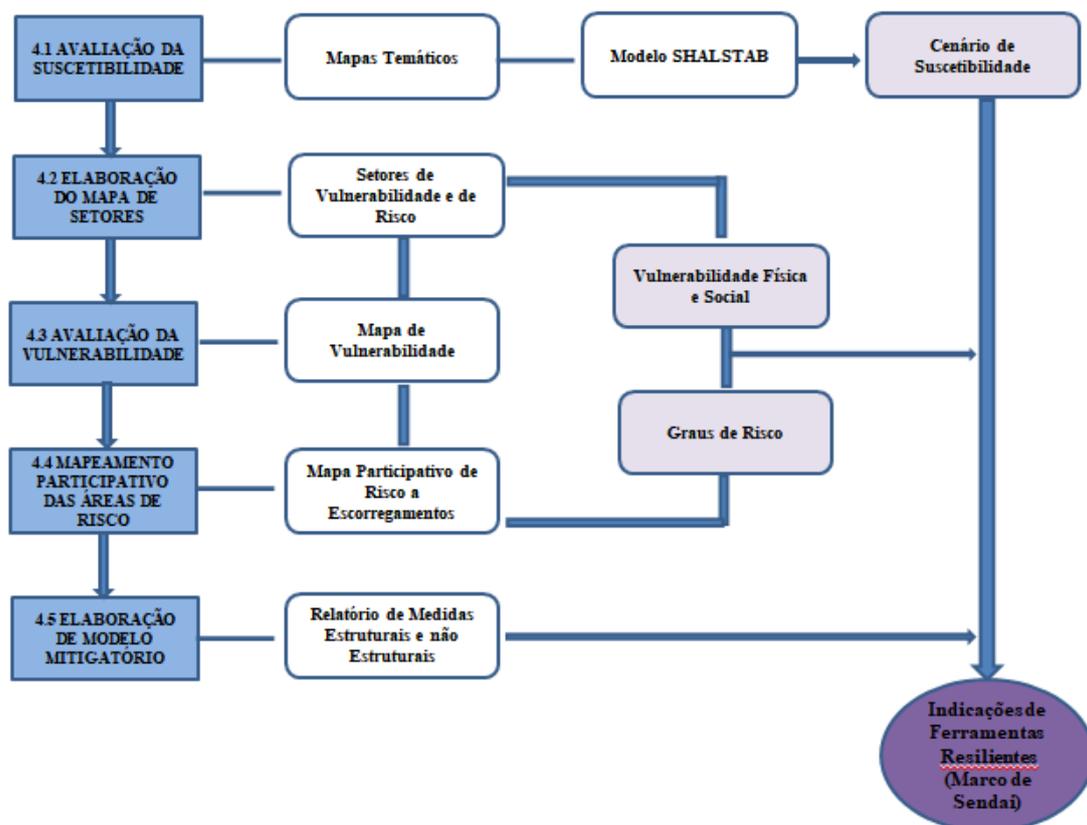
Fonte: Bancos de Dados da Defesa Civil de Camaragibe (2013).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos dessa pesquisa (materiais e métodos) foram divididos em cinco etapas (Figura 31): **(4.1)** avaliação da suscetibilidade, **(4.2)** elaboração do mapa de setores (vulnerabilidade e risco), **(4.3)** avaliação da vulnerabilidade, **(4.4)** mapeamento participativo das áreas de risco e **(4.5)** elaboração de modelo mitigatório estrutural e não estrutural (Marco de Sendai).

Para aplicação dos procedimentos supracitados, o presente trabalho passou pela avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em função de resultados obtidos a partir de membros das comunidades de risco, de forma a atender as normas éticas vigentes. O referido parecer foi aprovado pelo comitê (processo número 4.120.454) e encontra-se, na íntegra, nos **Anexos** desta pesquisa.

Figura 31 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos (materiais e métodos) da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.1 AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE

A avaliação da suscetibilidade a escorregamentos ocorreu tanto a partir de cenário gerado pelo modelo matemático SHASTAB (4.1.1) quanto pela avaliação de fatores condicionantes geomorfológicos (4.1.2), conforme demonstrado a seguir. Ambos foram validados por meio da correlação com um inventário de cicatrizes de escorregamentos (4.1.3).

4.1.1 Modelo SHALSTAB

Para a análise da suscetibilidade a escorregamentos por meio do modelo SHALSTAB foi utilizado o melhor cenário de suscetibilidade elaborado por Santos (2020) em Camaragibe, com recorte escalar para o Bairro dos Estados. Ressalta-se que o melhor cenário foi aquele que melhor concordou a localização de classes instáveis (mais suscetíveis), previstas pelo modelo e a ocorrência de cicatrizes de escorregamentos.

Para a geração do mapa de suscetibilidade, Santos (2002) utilizou a ferramenta ASA (*Automatic Shalstab Analysis*) – infinitas direções³, desenvolvida por Sbroglia *et al.* (2017) no *software ArcGIS 10.5* (licença acadêmica). Tal ferramenta contém uma rotina automatizada da equação matemática do modelo que permitiu o uso de dados matriciais, tais como, Modelo Digital do Terreno, área de contribuição, ângulo da encosta, profundidade da camada de solo e dados vetoriais (mapa geotécnico).

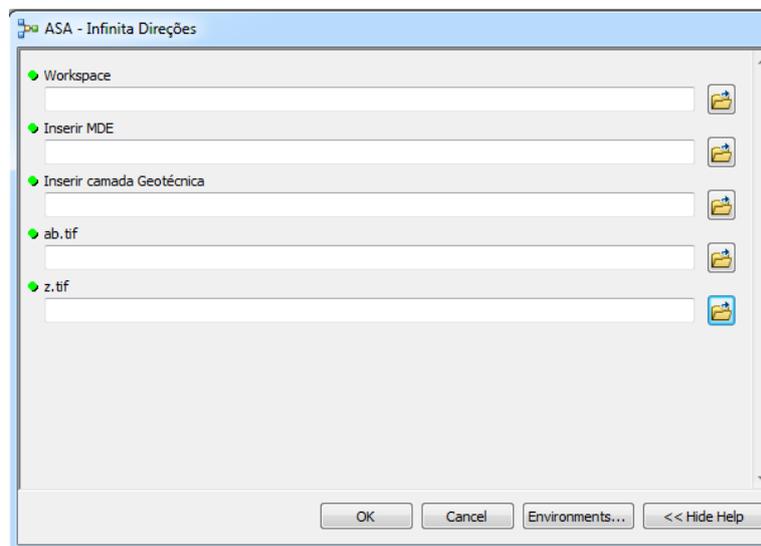
No cálculo, o modelo considerou a presença de água no solo a partir da baixa coesão e ângulo de atrito e a associação das características topográficas da área de estudo, calculando o equilíbrio de forças do sistema (DIETRICH; MONTGOMERY, 1998). Para a ferramenta ASA em infinitas direções, Santos (2020) utilizou 5 entradas (*inputs*) conforme os preceitos de Sbroglia *et al.* (2017), detalhadas abaixo e indicadas na Figura 32.

- a) **Workspace:** endereço da pasta onde foram desenvolvidos os cálculos do modelo;

³ A ferramenta ASA pode ser utilizada a partir de duas técnicas: oito direções e infinitas direções, no qual, estão relacionadas à camada matricial direção de fluxo. A técnica de infinitas direções do modelo ASA refere-se à camada da área de contribuição, sendo utilizado como um dado de entrada nomeado de ab.tif.

- b) **MDT (Modelo Digital do Terreno):** MDT em formato raster que gerou as cartas de declividade (ângulo da encosta) e área de contribuição;
- c) **Camada geotécnica:** em formato vetorial, na qual, foram utilizadas as camadas matriciais, que representam o parâmetro topográfico do modelo, e os parâmetros físicos/mecânicos do solo, a partir dos trabalhos de Bandeira (2003) e de Silva (2007) para toda a área de estudo (Tabela 7);
- d) **Camada ab:** camada matricial de direção de fluxo, que contém a área de contribuição em formato raster elaborada por meio do MDT com a extensão da ferramenta TAUDEM (*Terrain Analysis Using Digital Elevation Models*), utilizado para elaborar a camada com infinitas direções de fluxo no *ArcGIS 10.5*;
- e) **Z.tif:** camada com a profundidade de solo em formato raster.

Figura 32 - Exemplo de janela com entradas da ferramenta ASA (*Automatic Shalstab Analysis*), infinitas direções para o cálculo da rotina automatizada do SHALSTAB diretamente no *software ArcGIS*.



Fonte: Sbroglia *et al.* (2017).

O mapa final de suscetibilidade foi classificado em sete classes de instabilidade de acordo com Montgomery e Dietrich (1994), desde a mais instável (Incondicionalmente instável e saturado) até a mais estável (Incondicionalmente estável e saturado) (Tabela 7). O cálculo do modelo gerou para cada célula (*pixel*) da grade (*grid*), um valor de suscetibilidade a escorregamentos translacionais rasos.

Tabela 7 - Classes de suscetibilidade gerada pelo modelo SHALSTAB.

Classes originais do modelo Log (q/T)	Classificação	Significado
Estável	Incondicionalmente estável e saturado	Áreas mais estáveis
> - 2,2	Incondicionalmente estável e não saturado	
-2,5 - -2,2	Estável e não saturado	Áreas de média instabilidade
-2,8 - -2,5	Instável e não saturado	
-3,1 - -2,8	Instável e saturado	
< -3,1	Incondicionalmente instável e não saturado	Áreas mais instáveis
Incondicionalmente instável	Incondicionalmente instável e saturado	

Fonte dos dados: Montgomery e Dietrich (1988).

Santos (2020) utilizou como parâmetros topográficos um Modelo Digital do Terreno (MDT) de alta resolução do Projeto Pernambuco Tridimensional (2018), obtido pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM), com resolução de 2 m.

Quanto aos parâmetros mecânicos do solo (Tabela 8), os dados de coesão, de ângulo de atrito interno, de espessura do solo e de peso específico foram obtidos a partir de coletas de campo e de ensaios de laboratório (resistência ao cisalhamento) realizados por Bandeira (2003) e Silva (2007) em áreas de sedimentos da Formação Barreiras e do Embasamento Cristalino de Camaragibe (Figura 33). Dessa forma, foram utilizados valores heterogêneos dos parâmetros mecânicos em um mesmo cenário, diferenciando as áreas com sedimentos da Formação Barreiras e do Embasamento Cristalino (Tabela 8 e Figura 33) (SANTOS, 2020).

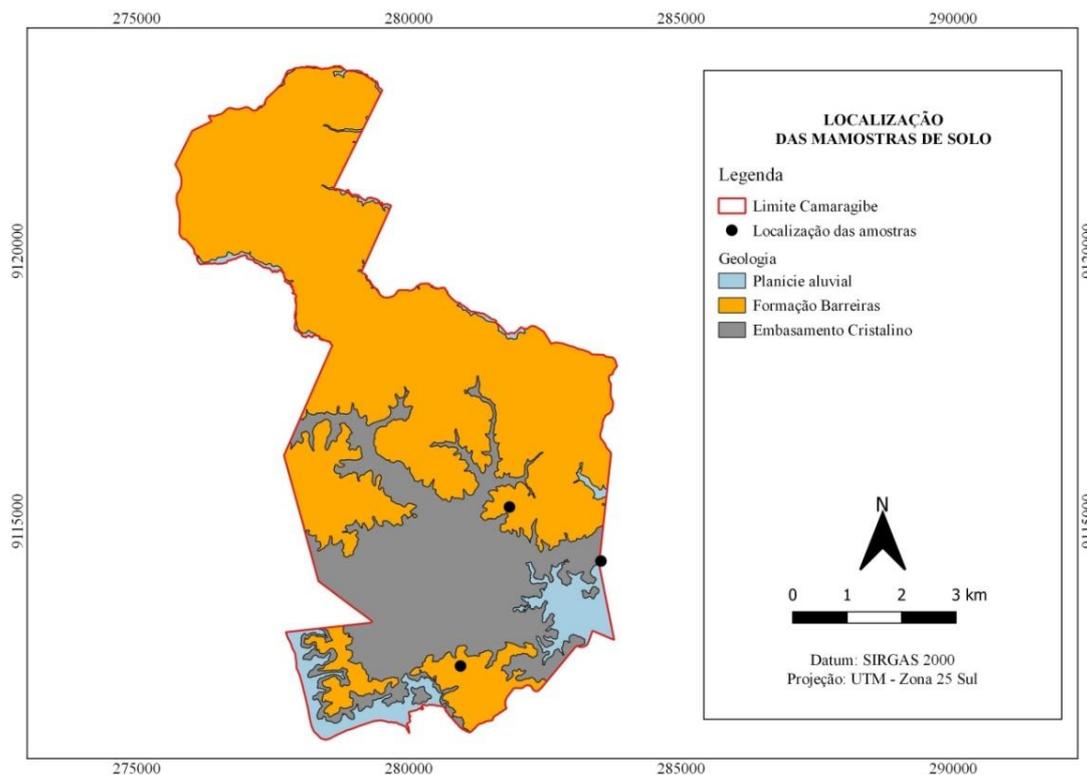
Santos (2020) gerou seis cenários de suscetibilidade nomeados I a VI (Tabela 8), com variações nos valores de coesão do solo, peso específico, ângulo de atrito e profundidade do solo. Destes, foi selecionado para esta pesquisa, o cenário IV, que apresentou melhor acurácia, ou seja, maior percentual de cicatrizes de escorregamentos nas classes mais instáveis, indicando sucesso na previsão realizada (SANTOS, 2020).

Tabela 8 - Parâmetros mecânicos do solo utilizados por Santos (2020) no modelo SHASLTAB para geração dos cenários de suscetibilidade a escorregamentos em Camaragibe. Destacou-se o cenário IV, considerado de melhor acurácia e utilizado nesta pesquisa. As áreas de coleta foram indicadas na Figura 4.3 para diferenciação dos cenários (dados especializados).

Cenário	Área de estudo	cs (Coesão do solo) N/m ²	cr (Coesão das raízes) N/m ²	rs (Peso específico do solo) kg/m ³	f (Ângulo de atrito) Grau	w (Peso da vegetação) N/m ²	z (Profundidade de análise) m
I	Formação Barreiras	3700	0	1898	31,2	0	2
	Embasamento Cristalino	3800	0	1994	29,4	0	2
II	Formação Barreiras	12500	0	1780	29,8	0	2
	Embasamento Cristalino	9400	0	2005	36,8	0	2
III	Formação Barreiras	0	0	2017	34,6	0	2
	Embasamento Cristalino	3800	0	1994	29,4	0	2
IV	Formação Barreiras	3700	0	1898	31,2	0	5
	Embasamento Cristalino	3800	0	1994	29,4	0	5
V	Formação Barreiras	12500	0	1780	29,8	0	5
	Embasamento Cristalino	9400	0	2005	36,8	0	5
VI	Formação Barreiras	0	0	2017	34,6	0	5
	Embasamento Cristalino	3800	0	1994	29,4	0	5

Fonte: Bandeira (2003) e Silva (2007).

Figura 33 - Localização das áreas de coleta de amostras de solo retiradas tanto da Formação Barreiras quanto do Embasamento Cristalino e Planície aluvial.



Fonte: Santos (2020).

4.1.2 Parâmetros Geomorfológicos do Relevo

Nesta etapa foram avaliados os parâmetros topográficos (declividade, curvatura e orientação das encostas/aspecto) e de unidades geomorfológicas. Os mapas topográficos foram elaborados a partir de um MDT (Modelo Digital do Terreno), com resolução de 2 m (Figura 34), obtido pelo banco de dados do Projeto Pernambuco Tridimensional (PERNAMBUCO-PE 3D, 2018). O mesmo foi cedido pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM) por meio de convênio com o Grupo de Pesquisa em Geotecnologias aplicadas à Geomorfologia de Encostas e Planícies (ENPLAGEO). Os dados foram processados no *software* ArcGIS 10.5 – licença acadêmica.

O mapa de **declividade** foi gerado a partir da ferramenta *Slope* na extensão *Raster Surface (3D Analyst Tools)* classificado em três intervalos de declividade, de acordo com a Lei Lehmann (Lei Federal n. 6.766/79). De acordo com a lei, a ocupação urbana é permitida no intervalo de 0°- 9,6°, assim como no segundo intervalo (9,7°-

16,7°), porém no terceiro intervalo (>16,8°), a ocupação é permitida somente após análises e laudos técnicos.

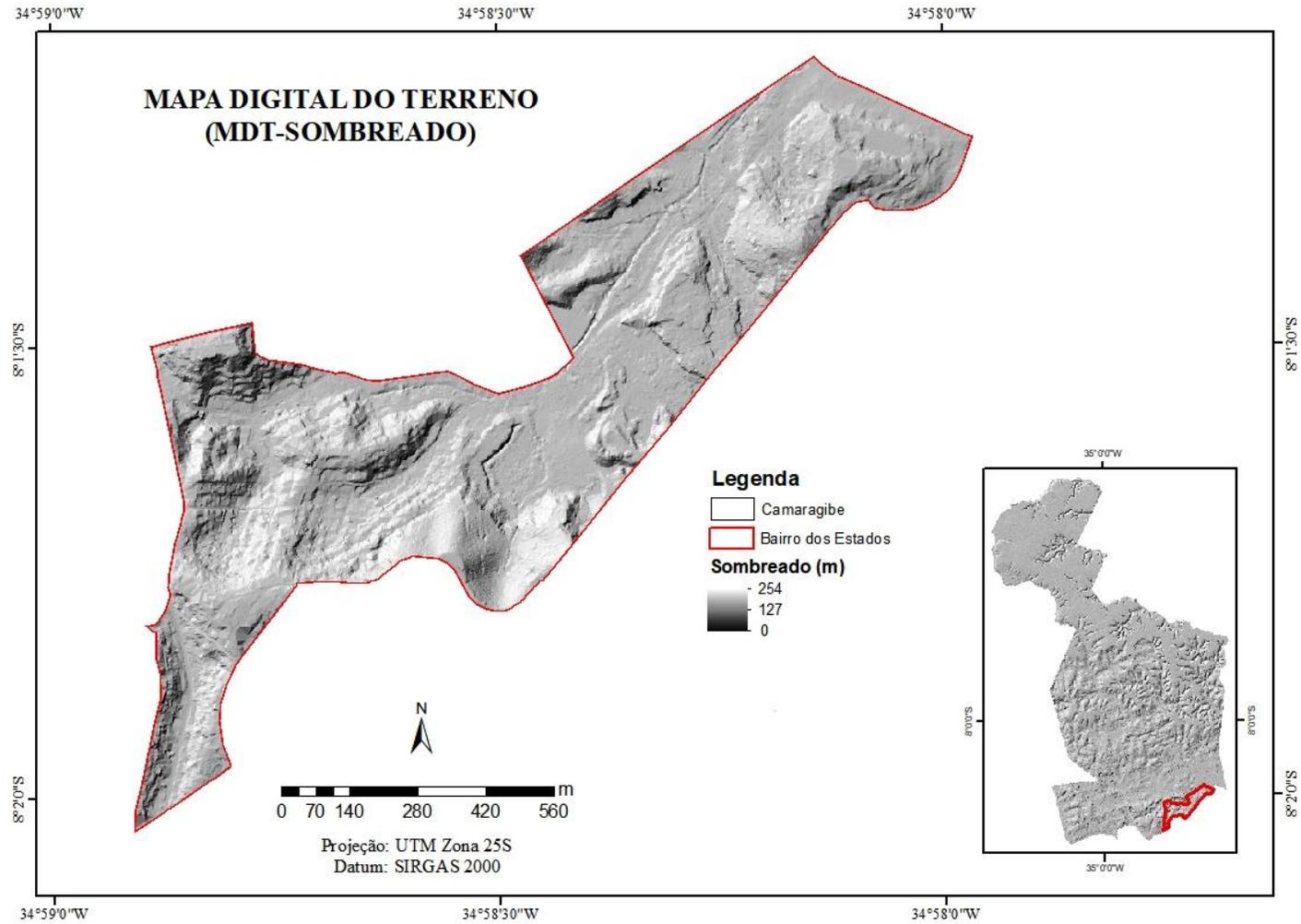
O mapa de **curvatura** foi gerado a partir da ferramenta *Curvature*, ainda na extensão *Raster Surface*, que classifica a curvatura das encostas em formas côncavas, retilíneas ou convexas. Assim, o mapa foi calibrado de acordo com classificação proposta por Valeriano (2003), da qual, a forma convexa teve valor maior que 0,08 (valor numérico em ambiente SIG); a retilínea entre -0,08 e 0,08 e a côncava menor que 0,08.

O mapa de **orientação da encosta (aspecto)**, também utilizou a ferramenta *3D Analyst Tools*, opção *Aspect*. As orientações da encosta foram classificadas de acordo com as oito direções da rosa-dos-ventos para as quais as encostas estão voltadas: Norte (N), Nordeste (NE), Leste (L), Sudeste (SE), Sul (S), Sudoeste (SO), Oeste (O) e Noroeste (NO).

O mapa de **unidades geomorfológicas** foi realizado com base na classificação/metodologia proposta pelo IBGE (2009). Tal proposta orientou os seguintes passos: análise da drenagem por interpretação de imagens e do MDT (sombreado), delimitação das formas de relevo pela altitude (perfil topográfico) e elaboração da carta geomorfológica preliminar (criação de um arquivo vetorial). Esta foi validada em campo para delimitação das unidades geomorfológicas (IBGE, 2009).

O princípio básico de escolha das unidades foi baseado na homogeneidade e na individualidade dentro da escala utilizada, conforme as curvas de nível sobrepostas ao Modelo Digital do Terreno, como resultado de uma gênese comum e de processos morfogenéticos atuantes. O MDT foi utilizado para a extração das curvas de nível, da drenagem e elaboração da declividade.

Figura 34 - Mapa de relevo sombreado (MDT) utilizado como base para os mapeamentos topográficos.



Fonte dos dados: Pernambuco (2018).

4.1.3 Inventário de Escorregamentos e Validações (Modelo SHALSTAB e Parâmetros Geomorfológicos)

Para a validação do mapa de suscetibilidade (modelo SHALSTAB) e dos mapas geomorfológicos temáticos (declividade, curvatura, orientação das encostas e unidades geomorfológicas) foram utilizadas as ocorrências de escorregamento mapeadas por Xavier (2020) e Santos (2020).

Xavier (2020) realizou o mapeamento dos processos por meio de dados primários obtidos em trabalhos de campo e pela fotointerpretação de imagens de satélite do *software Google Earth Pro*. Utilizou também dados secundários, destacando-se bancos de dados da Defesa Municipal de Camaragibe e de trabalhos acadêmicos, tais como, Torres (2010).

Santos (2020) identificou cicatrizes de escorregamentos em Camaragibe por meio da fotointerpretação de imagens de satélite. Utilizou como critérios: geometria do processo (aspecto alongado); ausência de vegetação; posição na encosta; diferenças de cores e de textura e curvas de nível. O autor validou o seu mapeamento em trabalhos de campo.

A análise conjunta (e validação) foi realizada a partir da sobreposição dos mapas topográficos e do inventário de escorregamentos (SANTOS, 2020; XAVIER, 2020) por meio do cálculo do índice Concentração de Escorregamentos (CE), proposto por Gao (1993): razão entre o número de células de cada classe afetada pelas ocorrências e o total de células correspondentes aos escorregamentos (Equação 1). Além disso, foi calculado o índice Frequência de Distribuição (FD), referente à distribuição percentual de cada classe dos parâmetros topográficos (Equação 2). O cálculo desses índices foi realizado no *software ArcGIS*, pela ferramenta *Spatial Analyst* por meio da opção *Raster Calculator*.

$$CE = \frac{n^{\circ} \text{ de células de cada classe}}{\text{áreas afetadas por escorregamentos}} * 100 \quad (\text{Equação 1})$$

$$FD = \frac{n^{\circ} \text{ de células de cada classe}}{\text{total de células}} * 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: CE, é a concentração de escorregamentos e FD, é a frequência de distribuição.

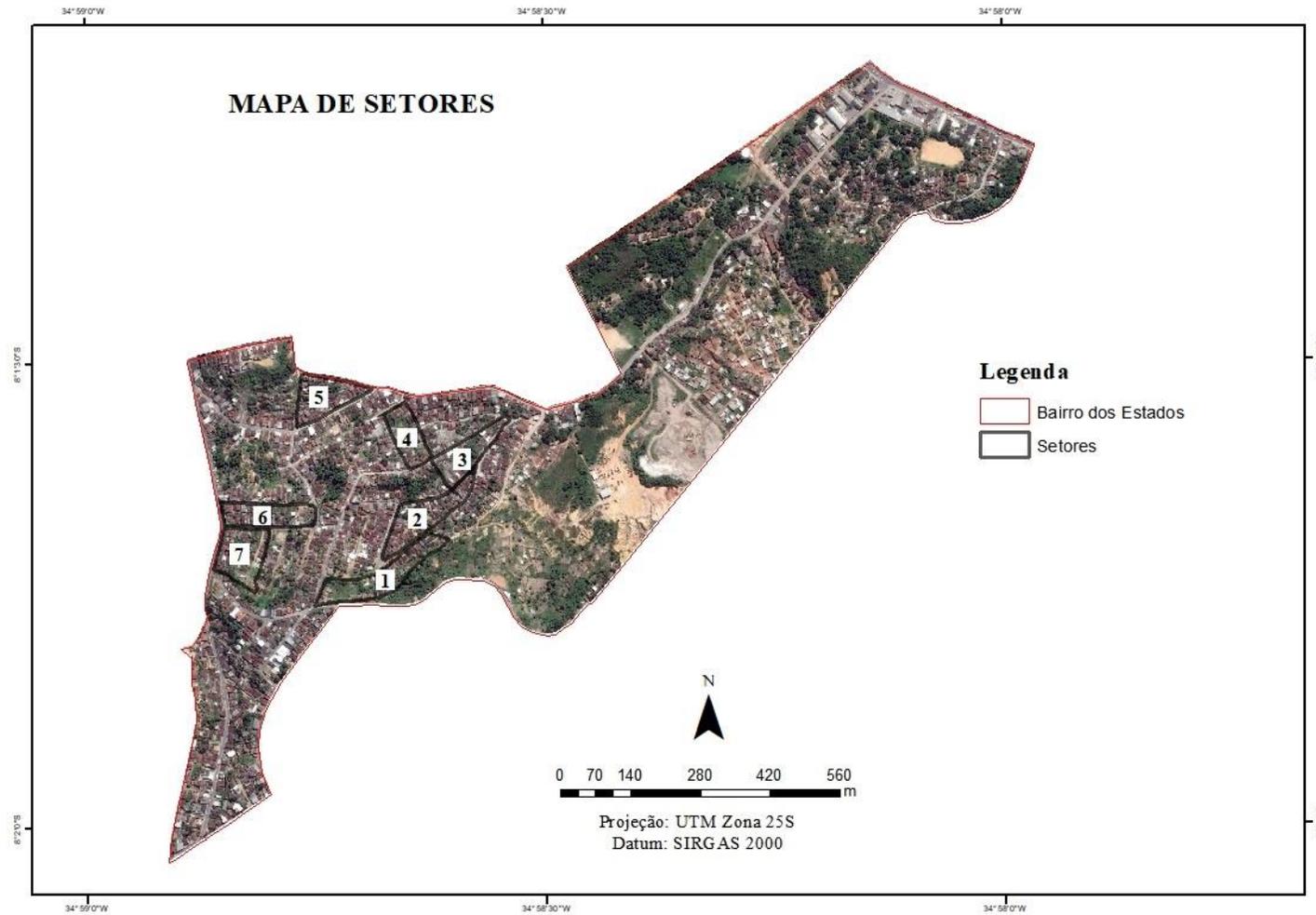
4.2 ELABORAÇÃO DO MAPA DE SETORES (VULNERABILIDADE E RISCO)

Para a elaboração do mapa de setores de vulnerabilidade e de risco foram utilizados os critérios de pré-setorização propostos pelo Ministério das Cidades e IPT (2007). Estes consistem em: trabalhos de campo de reconhecimento das áreas mais críticas; delimitação e interpretação de imagens de satélite (base de dados do *software Google Earth Pro*, LANDSAT 8, do ano de 2017); declividade dos terrenos; malha viária; padrão de arruamento e coordenadas geográficas fornecidas por GPS durante os trabalhos de campo.

Além disso, para a setorização foram selecionadas as áreas apontadas pela Defesa Civil do município como prioritárias devido ao número de ocorrências e conjuntamente por meio de materiais bibliográficos secundários (XAVIER, 2020; SANTOS, 2020).

Foram delimitados 7 setores (Figura 35), em escala de zoneamento, visando ao mapeamento da vulnerabilidade (4.3) e o mapeamento participativo das áreas de risco (4.4) (ambos com uso de ficha de campo, conforme detalhados nos itens a seguir).

Figura 35 - Mapa de Setores (vulnerabilidade e risco) do Bairro dos Estados.



Fonte dos dados: Imagem *Google Earth* (2017).

4.3 AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE

A avaliação da vulnerabilidade (social e física) foi realizada em trabalhos de campo por meio de fichas de campo (Figura 36 e Figura 37) baseadas na proposta metodológica desenvolvida por Ferreira e Rossini-Penteado (2011). Tais autores utilizaram os dados do Censo 2000 (abastecimento de água, coleta de esgoto, coleta de lixo, instrução e renda). Porém, a proposta utilizada nesta pesquisa, adaptou e atualizou a metodologia supracitada por meio de dados de campo e de dados secundários (Quadro 6). Assim, as fichas de campo apresentaram critérios de vulnerabilidade física (saneamento, padrão de ordenamento urbano e estrutura da moradia) e de vulnerabilidade social, tais como, número de moradores por faixa etária, renda e instrução (Figura 36, Figura 37 e Quadro 6). Tais critérios foram selecionados devido à relevância dessas características da vulnerabilidade que interferem diretamente no risco potencial.

Os dados foram disponibilizados pela prefeitura de Camaragibe (para a categoria saneamento), pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA (categoria saneamento) e pela fotointerpretação de imagens de satélite do *software Google Earth* (categoria padrão de ordenamento urbano). Foram utilizados, paralelamente, dados recolhidos por meio de observações e entrevistas em campo utilizando-se as fichas de campo (para as categorias estrutura da moradia e características sociais) (Figura 36 Figura 37 e Quadro 6). Todos estes dados foram compilados e inseridos nas fichas de campo e seus resultados foram apresentados no mapa de setores.

Assim, as categorias/critérios de vulnerabilidade avaliadas foram (Quadro 6): Saneamento, conforme os índices de Abastecimento de Água (AA), de Coleta de Esgoto (CE) e de Coleta de Lixo (CL); Ordenamento Urbano (OU) (sistema viário e pavimentação); avaliação estrutural da moradia: Padrão Construtivo da Moradia (PCM) (grau de resistência das construções, proteções de infraestrutura, tipologia das construções/madeira ou alvenaria, entorno das construções) e Distância da Moradia até a Encosta (DME) e características sociais: Número de moradores (M), Renda (R) e Instrução (I).

Na categoria saneamento, a análise foi realizada em campo, com a possibilidade da busca de outros elementos junto à prefeitura de Camaragibe. O Abastecimento de

Água (AA) foi avaliado mediante mapa de abastecimento da COMPESA e entrevistas com moradores. A Coleta de Esgoto (CE) e de Lixo foi investigada em campo (observando-se o despejo de água e rota de caminhões de lixo).

Os pesos estabelecidos na ficha tem relação direta com o que é considerado mais e menos vulnerável, de forma que o peso considerado como menos vulnerável tem uma relação direta com os riscos de escorregamentos, por exemplo, para Abastecimento de Água, os que possuem rede geral terá peso 1 ou seja equivale a uma menor vulnerabilidade e sabe-se que ao ter esse tipo de instalação o risco será menor. Bem como o serviço de limpeza, que ao possuir uma coleta seletiva, não terá o descarte inadequado em uma encosta, por exemplo. Dessa forma, foram estabelecidos os pesos na ficha de vulnerabilidade, tendo uma relação direta com o risco.

Figura 36- A: Ficha de Vulnerabilidade Física e Social das Construções (página 1).

FICHA DE VULNERABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES			
Município: _____			
Bairro: _____			
Data: ____/____/____			
DADOS GERAIS SOBRE DAS MORADIAS			
Localização:			
Setor: _____	Nº da casa: _____	Coordenadas Lat.: _____ Long.: _____	
SANEAMENTO			
Abastecimento de Água (AA)			
Rede Geral Peso 1	Poço ou Nascente na propriedade Peso 2	Inadequado Peso 3	
Nº de casas _____	Nº de casas _____	Nº de casas _____	
Coleta de Esgoto (CE)			
Rede geral de Esgoto ou pluvial Peso 1	Rede geral e Fossa séptica Peso 2	Fossa séptica Peso 3	Inadequado Peso 4
Nº de casas _____	Nº de casas _____	Nº de casas _____	Nº de casas _____
Coleta de lixo (CL)			
Serviço de limpeza Peso 1	Queimada na propriedade Peso 2	Inadequado Peso 3	
Nº de casas _____	Nº de casas _____	Nº de casas _____	
PADRÃO DE ORDENAMENTO URBANO (OU)			
Sistema viário			
Planejado – Conjunto Residencial Peso 1	Planejado - Loteamento Peso 2	Espontâneo Médio – Alto Padrão Peso 3	Espontâneo Baixo Padrão Peso 4

Fonte: Autora com base em Ferreira e Rossini-Penteado (2011).

Figura 37 - B: Ficha de Vulnerabilidade das Construções (página 2).

Pavimentação			
Pavimentada Peso 1	Parcialmente pavimentada Peso 2	Não pavimentada Peso 3	
ESTRUTURA DA MORADIA			
(PCM) Padrão Construtivo da Moradia			
Madeira Peso 3	Mista Peso 2	Alvenaria Peso 1	
(DME) Distância da Moradia até a Encosta			
Abaixo do limite < 0,7 da talude Peso 3	Limite = 0,7 da talude Peso 2	Limite de segurança > 0,7 Peso 1	
CARATERISTICAS SOCIAIS			
(M) Moradores			
Número de Moradores	Adultos Peso 1	Crianças Peso 2	Idosos Peso 3
(R) Renda			
Intervalo de 0 – 2 Peso 3	Intervalo de 2 - 5 Peso 2	Renda > 5 Peso 1	
(IN) Instrução			
Ensino Fundamental Peso 4	Ensino médio Peso 3	Curso Técnico Peso 2	Ensino Superior Peso 1

Fonte: Autora com base em Ferreira e Rossini-Penteado (2011).

Quadro 6 - Categorias de análise (vulnerabilidade física e social) e pesos utilizados em cada índice.

Categorias	Índices	Classes	Pesos	Forma de obtenção
Saneamento	Abastecimento de Água (AA)	Rede Geral	1	COMPESA
		Poço ou Nascente na propriedade	2	
		Inadequado	3	
	Coleta de Esgoto (CE)	Rede Geral de Esgoto	1	Prefeitura de Camaragibe
		Rede Geral ou Fossa Séptica	2	
		Fossa Séptica	3	
		Inadequado	4	
	Coleta de Lixo (OU)	Serviço de Limpeza	1	Prefeitura de Camaragibe
		Queimado na Propriedade	2	
Inadequado		3		
Padrão de Ordenamento Urbano	Sistema Viário (SV)	Planejado – Conjunto Residencial	1	Interpretação de imagem do Google Earth
		Planejado – Loteamento	2	
		Espontâneo Médio- Alto Padrão	3	
		Espontâneo-Baixo Padrão	4	
	Pavimentação	Pavimentada	1	Análise in loco
		Parcialmente pavimentada	2	
Não pavimentada		3		
Estrutura da Moradia	Padrão Construtivo da Moradia (PCM)	Alvenaria	1	Análise in loco
		Mista	2	
		Madeira	3	
	Distância da Moradia até a Encosta (DME)	Limite de segurança > 0,7	1	Análise in loco
		Limite = 0,7 da talude	2	
		Abaixo do limite < 0,7 da talude	3	
Características Sociais	Moradores (M)	Adultos	1	Entrevista com moradores
		Crianças	2	
		Idosos	3	
	Renda (R)	Renda > 5	1	Entrevista com moradores
		Intervalo de 2 - 5	2	
		Intervalo de 0 - 2	3	
	Instrução (I)	Ensino Fundamental	1	Entrevista com moradores
		Ensino Médio	2	
Curso Técnico		3		
Ensino Superior		4		

Fonte: Autora com base em Ferreira e Rossini-Penteado (2011).

A categoria Padrão de Ordenamento Urbano foi analisada pela fotointerpretação de imagens de satélite do *Google Earth*, analisando-se à observação do Sistema Viário (SV), do planejamento urbano residencial (ex. presença de conjunto residencial, loteamento, habitações espontâneas de alto padrão ou baixo padrão, pavimentação de ruas, etc.).

Na categoria estrutura da moradia foi avaliada a tipologia do material (madeira, alvenaria ou mista), bem como, a quantidade de moradias. Na Distância das Moradias a Encosta (DME) foi considerada a distância das mesmas em relação à base e ao topo das encostas. Nesse tocante, Augusto Filho (2001) estimou que os materiais mobilizados percorrem, aproximadamente, 70% da altura dos taludes (0,7:1). Já para os trabalhos realizados pelo Plano Preventivo de Defesa Civil, no Estado de São Paulo, foi considerada uma largura da faixa de segurança da ordem de uma vez à altura do talude (1:1) (IPT, 2007). Contudo, considerou-se, nesta pesquisa, os critérios definidos por Augusto Filho (2001).

Para todas as categorias supracitadas foram estipulados pesos, que visaram avaliar os critérios que mais influenciaram a vulnerabilidade (Quadro 6). Além disso, para cada setor de vulnerabilidade, do qual foi aplicada uma ficha de campo, foi calculado o Índice Ponderado de Vulnerabilidade (IPV). Este índice foi resultado da média ponderada de cada índice, cuja média mínima ponderada indicou a melhor condição, ou seja, a menor vulnerabilidade e a média máxima, a maior vulnerabilidade.

A equação (Equação 5) foi desenvolvida a partir dos resultados de cada um dos índices, dos quais, foi calculado a média ponderada de acordo com os pesos $\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ dos itens $\{item_1, item_2, \dots, item_n\}$ correspondentes aquela classe. A média ponderada (M_p) foi obtida utilizando-se a expressão matemática da Equação 5.

$$M_p = \frac{P_1 \cdot item_1 + P_2 \cdot item_2 + \dots + P_n \cdot item_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde: (M_p) = Média Ponderada.

Visando exemplificar, o primeiro índice (Saneamento) possuiu três itens: “Rede Geral”, “Poço ou Nascente na Propriedade” e “Inadequada”, com os respectivos pesos, 1, 2 e 3. A média ponderada realizada com estes itens esteve em um intervalo possível entre o menor e o maior valor para a mesma. De forma geral, o menor resultado possível da média ponderada, utilizando a quantidade de residências do setor, foi denominado de

min_V e o maior resultado possível, denominado de $\mathit{máx}_V$. Chamou-se de ΔV a variação entre o min_V e o $\mathit{máx}_V$, calculado conforme a Equação 6.

$$\Delta V = \mathit{máx}_V - \mathit{min}_V \text{ (Equação 6)}$$

Onde: ΔV = variação entre o min_V e o $\mathit{máx}_V$; min_V = menor resultado possível da média ponderada e $\mathit{máx}_V$ = maior resultado possível da média ponderada.

A variação ΔV foi utilizada para a classificação da vulnerabilidade em uma escala desde vulnerabilidade baixa até vulnerabilidade muito alta. Assim o resultado de ΔV obedeceu a seguinte escala: V_1 (Vulnerabilidade Baixa) entre 0% e 25%; V_2 (Vulnerabilidade Média) entre 25% à 50%; V_3 (Alta Vulnerabilidade) entre 50% à 75% e V_4 (Muito Alta Vulnerabilidade) entre 75% à 100% do valor de ΔV .

O índice de vulnerabilidade foi determinado pela quantidade de moradias presentes em cada setor, assim, os valores foram ponderados para cada classe, conforme o peso atribuído (Quadro 4.1). Os pesos de todas as classes foram definidos de acordo com a hierarquização dos fatores que mais influenciaram na vulnerabilidade.

4.4 MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO A PARTIR DA ABORDAGEM PARTICIPATIVA

O mapeamento participativo das áreas de risco a escorregamentos definiu os graus de risco a partir de julgamentos realizados pelas próprias comunidades. Inicialmente, foi produzida em gabinete uma ficha de campo participativa que foi aplicada nos setores de risco previamente delimitados (item 4.2).

As fichas tiveram como base o modelo técnico elaborado pelo Ministério das Cidades e IPT (2007), contudo com adaptações e inserção de novas categorias de análise, tais como, caracterização dos residentes, memória de acidentes, percepção de risco, diagnóstico do grau de risco pela própria comunidade, propostas de medidas para a prevenção do risco, medidas de emergência e avaliação do entrevistador. Tais categorias foram necessárias (sobretudo memórias e vivências) para que os moradores das comunidades pudessem transmitir suas perspectivas e o seu conhecimento da área. Dessa forma, a ficha foi elaborada em oito passos com uma linguagem menos técnica e mais acessível, conforme descritos a seguir.

1º Passo – Caracterização dos residentes do imóvel

Essa fase considerou o tempo em que o morador reside na área, visando compreender se o mesmo conhece bem a dinâmica da região, além da identificação de estudantes e as escolas nos quais os jovens estão matriculados.

2º Passo – Memória

A memória tem relação com as ocorrências históricas de processos. Dessa forma, procurou identificar se o entrevistado já presenciou algum escorregamento pretérito, destruição de moradias (parcial ou total) e casos de vítimas. Também foram questionadas as intervenções já realizadas pela Defesa Civil, ou outra instância governamental, visando identificar possíveis intervenções estruturais e não estruturais.

3º Passo – Percepção

A percepção foi um dos passos mais extensos da ficha, uma vez que, tais questionamentos permitiram uma reflexão acerca do espaço e da paisagem na qual os moradores estavam inseridos. Assim, as seguintes questões foram verificadas pelos moradores: considera esta área como de risco? Sente-se seguro em dias de chuvas intensas? Já encontrou rachaduras/trincas em sua moradia? Há alguma plantação (cultivo inadequado, ex. bananeiras) na encosta e com qual finalidade? Há árvores inclinadas?

Paralelamente, os entrevistados foram questionados quanto às causas de trincas e de árvores inclinadas, bem como, o porquê destes fatores induzirem a escorregamentos (percepção das evidências de movimentação). Foi verificado, também, o local de despejo de esgoto (água servida diretamente na encosta). Por fim, foi apresentada uma imagem que buscou identificar a proximidade de sua residência com a encosta. Ressalta-se, novamente, que termos técnicos como encosta, por exemplo, foram substituídas por uma linguagem mais popular (ex. barreiras) de forma a aumentar a compreensão dos moradores.

4º Passo – Resiliência da comunidade

Buscou identificar a participação da comunidade frente aos eventos de escorregamentos, a organização da comunidade e o seu entrosamento, as ações preventivas, os líderes comunitários e suas interações com a comunidade, o diálogo e a participação da gestão pública e a capacidade da comunidade de superar situações

adversas. Todos estes parâmetros visaram compreender o grau de resiliência da comunidade.

5º Passo – Diagnóstico de grau de risco

Após os passos supracitados, foi estabelecido pela própria população o grau de risco na seguinte escala: risco baixo (R1), risco de escorregamento quase nulo; risco médio (R2), existe a possibilidade do escorregamento ocorrer e atingir algumas moradias; risco alto (R3), há uma grande evidência do escorregamento ocorrer, sendo necessário a população ficar em sobreaviso e risco muito alto (R4), cujo escorregamento pode acontecer a qualquer momento, sendo necessária, por exemplo, a interdição da moradia, entre outros aspectos. Solicitou-se a cada entrevistado justificar a atribuição do grau de risco.

6º Passo – Medidas para prevenção de risco

O morador foi questionado quanto às medidas estruturais e não estruturais que poderiam ser aplicadas na área.

7º Passo – Medidas de emergência

As medidas emergenciais tiveram como princípio conhecer a estratégia do morador em casos de escorregamentos, tais como, abandonar sua moradia; articular-se com a Defesa Civil ou com a associação de moradores, promovendo alternativas que visem a proatividade em situações de emergência.

8º Passo – Avaliação do entrevistador

Nesta etapa, foi realizada uma avaliação do entrevistador quanto às respostas mencionadas pela comunidade, sem, no entanto, alterar suas respostas, apenas a critério de análise, levando em consideração o que foi observado *in loco*.

As fichas foram aplicadas por meio do acompanhamento da Defesa Civil municipal de Camaragibe, cujo grau de risco (julgado pelos próprios moradores) foi estabelecido com base na proposta metodológica desenvolvida pelo Ministério das Cidades e IPT (2007) novamente com alterações quanto à sua linguagem (Quadro 7).

Nesse sentido, para a classificação do risco R1, definida pelos moradores, foram observadas obras de estrutura de contenção de encosta, como muros de arrimo, tela grama armada, muro de gabião; ruas asfaltadas; grande quantidade de casas distantes das encostas; familiaridade com a área, entre outros (Quadro 7).

Para o risco R2, foram observadas obras de estrutura de contenção de encosta como muros de arrimo, tela grama armada, muro de gabião; obras paliativas como colocação de lonas; estar mais afastado da barreira, entre outros. Para o R3, alta declividade da barreira próxima à residência; rachaduras no solo; rachaduras na residência; perda parcial do próprio terreno devido a ocorrências de processos de escorregamentos, entre outros. Para o risco R4, alta declividade da barreira próxima à residência; rachaduras no solo; rachaduras na residência; perda parcial e total do terreno ou residência devido a ocorrências de processos de escorregamentos; residências já interditadas pela defesa civil, entre outras (Quadro 7).

Os dados mapeados pelas fichas foram sistematizados em um banco de dados e, posteriormente, organizados em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), visando à elaboração do mapa final de áreas de risco. Foi utilizado o *software ArcGIS 10.5*, no qual, os setores de risco pré-setorizados foram vetorizados e classificados de acordo com o grau de risco estabelecido.

Quadro 7 - Critérios para a determinação dos graus de risco a escorregamentos (linguagem não técnica).

Grau de Probabilidade	Descrição
<p style="text-align: center;">R1 Baixo ou sem risco</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. O morador nunca presenciou em sua moradia deslizamentos passados, destruição de moradias e vítimas. 2. O morador indicou a presença de intervenções, monitoramentos, obras e demais ações educativas (Defesa Civil ou outras esferas governamentais) próximas a sua moradia. 3. Quanto à percepção: o morador não se considera em uma área de risco; sente-se seguro na ocorrência de chuvas intensas; não indicou rachaduras em sua residência e no terreno e não possui cultivos (ex. bananeiras) e árvores inclinadas em sua residência. 4. O esgoto é adequadamente despejado e não há lançamento de água servida diretamente na barreira. 5. O morador indicou que sua residência não se encontra em área muito inclinada e a mesma localiza-se distante da barreira, tanto no topo quanto na base. 6. Com base nos critérios acima, o morador observou que sua residência encontra-se em área de baixa ou nenhuma potencialidade para a ocorrência de deslizamentos e, mantidas as condições atuais, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
<p style="text-align: center;">R2 Médio</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. O morador presenciou em sua moradia poucos deslizamentos passados, com destruição parcial de moradias, mas sem vítimas. 2. O morador indicou a presença de algumas intervenções, monitoramentos, obras e demais ações educativas (Defesa Civil ou outras esferas governamentais) próximas a sua moradia. 3. Quanto à percepção: o morador considera-se em uma área de risco; sente-se parcialmente seguro na ocorrência de chuvas intensas; indicou poucas rachaduras em sua residência e no terreno e possui alguns cultivos (ex. bananeiras) e árvores inclinadas em sua residência. 4. O esgoto é despejado de forma parcialmente adequada e há alguns pontos de lançamento de água servida diretamente na barreira. 5. O morador indicou que sua residência se encontra em área de média declividade e a mesma localiza-se pouco próxima à barreira, tanto no topo quanto na base. 6. Com base nos critérios acima, o morador observou que sua residência encontra-se em área de média potencialidade para a ocorrência de deslizamentos e, mantidas as condições atuais, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.

R3 Alto	<ol style="list-style-type: none"> 1. O morador presenciou em sua moradia muitos deslizamentos passados, com destruição de moradias e vítimas. 2. O morador indicou a presença de intervenções, monitoramentos, obras e demais ações educativas muito pontuais (Defesa Civil ou outras esferas governamentais) próximas a sua moradia. 3. Quanto à percepção: o morador considera-se em uma área de risco; não se sente seguro na ocorrência de chuvas intensas; indicou muitas rachaduras em sua residência e no terreno e possui cultivos (ex. bananeiras) e árvores inclinadas em sua residência. 4. O esgoto é despejado de forma inadequada e há pontos de lançamento de água servida diretamente na barreira. 5. O morador indicou que sua residência se encontra em área íngreme e a mesma localiza-se próxima à barreira, tanto no topo quanto na base. 6. Com base nos critérios acima, o morador observou que sua residência encontra-se em área de alta potencialidade para a ocorrência de deslizamentos e, mantidas as condições atuais, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R4 Muito Alto	<ol style="list-style-type: none"> 1. O morador presenciou em sua moradia diversos deslizamentos passados e atuais, com destruição de moradias e vítimas. 2. O morador não indicou a presença de intervenções, monitoramentos, obras e demais ações educativas (Defesa Civil ou outras esferas governamentais) próximas a sua moradia. 3. Quanto à percepção: o morador considera-se em uma área de risco; não se sente seguro na ocorrência de chuvas intensas; indicou diversas rachaduras em sua residência e no terreno e possui cultivos (ex. bananeiras) e árvores inclinadas em sua residência. 4. O esgoto é despejado de forma inadequada e há muitos pontos de lançamento de água servida diretamente na barreira. 5. O morador indicou que sua residência se encontra em área muito íngreme e a mesma localiza-se muito próxima à barreira, praticamente sem nenhum espaço quanto ao topo e à base. 6. Com base nos critérios acima, o morador observou que sua residência encontra-se em área de muita alta potencialidade para a ocorrência de deslizamentos e, mantidas as condições atuais, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.

Fonte: Autora. Base de dados: Ministério das Cidades e IPT (2007).

4.4.1 Critérios para Amostra Participante

Para a delimitação da amostra participante nos mapeamentos de risco, foram considerados alguns critérios de inclusão e de exclusão de participantes, descritos a seguir.

•**Critérios de inclusão:** foram entrevistados apenas moradores das áreas de risco no Bairro dos Estados, maiores de 18 anos. Destes, o morador precisava residir na área a pelo menos um ano, de forma a evidenciar sua percepção real sobre o local.

•**Critérios de exclusão:** moradores a menos de 1 ano do bairro, menores de idade e visitantes do bairro. Além disso, conforme os preceitos éticos atualmente estabelecidos, os participantes da pesquisa foram somente aqueles moradores que aceitaram ser entrevistados em suas residências.

•**Número de entrevistas:** em cada setor de risco, foram realizadas no mínimo 50% de entrevistas, considerando o total de moradias de cada setor, visando obter uma amostragem adequada para o julgamento dos graus de risco. Assim, a classificação do grau de risco ocorreu pela quantidade mais proeminente estatisticamente.

4.5 ELABORAÇÃO DE MODELO MITIGATÓRIO ESTRUTURAL E NÃO ESTRUTURAL – MARCO DE SENDAI

A construção do modelo mitigatório considerou os resultados obtidos nas etapas anteriores (susceptibilidade, vulnerabilidade e risco), visando identificar quais ações foram realizadas para o auxílio das tomadas de decisão e sua resiliência, identificados na pesquisa. Estas tiveram como base medidas estruturais de cunho corretivo, como proposição de obras de engenharia e medidas não estruturais de caráter educativo, geralmente de baixo custo e de fácil implementação (ex. cartilhas de risco), considerando o *Marco de Ação de Sendai*.

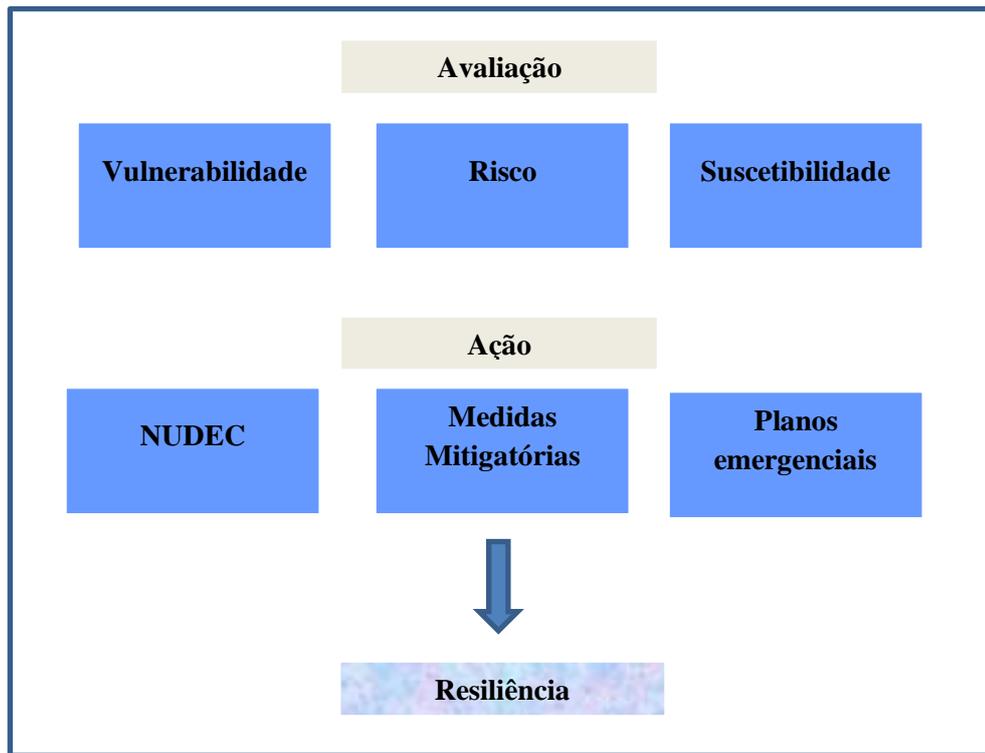
O roteiro metodológico das ações resilientes (Quadro 8) foi concretizado a partir da interpretação integrada e sistêmica das cartas de susceptibilidade (aspectos naturais); vulnerabilidade (aspectos antrópicos); graus de risco (situações de perigo) e medidas estruturais e não estruturais, que visou à recuperação da paisagem, frente à ocorrência de novos desastres. Nesse sentido, foi proposto um roteiro metodológico de resiliência para a preparação pré-desastres e recuperação da paisagem em situações pós-desastre (Figura 38).

Quadro 8 - Proposta de instrumentos que foram realizados nas áreas de risco do Bairro dos Estados, mediante as prioridades do Marco de Ação de Sendai.

Prioridades de Ação – Marco de Sendai	Instrumento utilizado
Compreensão do risco de desastres	Mapa de risco participativo; avaliação de risco (pré-desastres) por meio da aplicação da Ficha de Risco Participativa a Escorregamentos.
Fortalecimento da governança do risco de desastres para gerências do risco de desastres	Mapa de vulnerabilidade; avaliação da vulnerabilidade física das construções e social por meio da Ficha de Vulnerabilidade.
Investimento na redução do risco de desastres para resiliência	Funcionamento do NUDEC, ao promover a resiliência com ações sociais voltadas ao risco, bem como a promoção da cultura local, propostas para o desenvolvimento financeiro da comunidade, bem como o meio ambiente.
Melhoria na preparação a desastres, como providência a resposta eficaz e de “Reconstruir melhor” na fase de recuperação, reabilitação e reconstrução.	Cartas de susceptibilidade (modelo SHASLTAB) e mapas temáticos. Plano emergencial acessível e com possíveis modificações por parte dos moradores que possuem a vivência do seu espaço. Sugestão de medidas mitigadoras estruturais e não estruturais.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 38: Ciclo de instrumentos utilizados para construção da resiliência.



Fonte: Elaborado pela autora.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados e discussões obtidos nesta pesquisa: **(5.1)** Cicatrizes de escorregamentos, Mapas de parâmetros geomorfológicos e Mapa de suscetibilidade; **(5.2)** Mapa de vulnerabilidade física e social; **(5.3)** Mapa participativo de áreas de risco a escorregamentos e **(5.4)** Análise comparativa e Modelo mitigatório estrutural e não estrutural.

5.1 CICATRIZES DE ESCORREGAMENTOS, MAPAS DE PARÂMETROS GEOMORFOLÓGICOS E MAPA DE SUSCETIBILIDADE

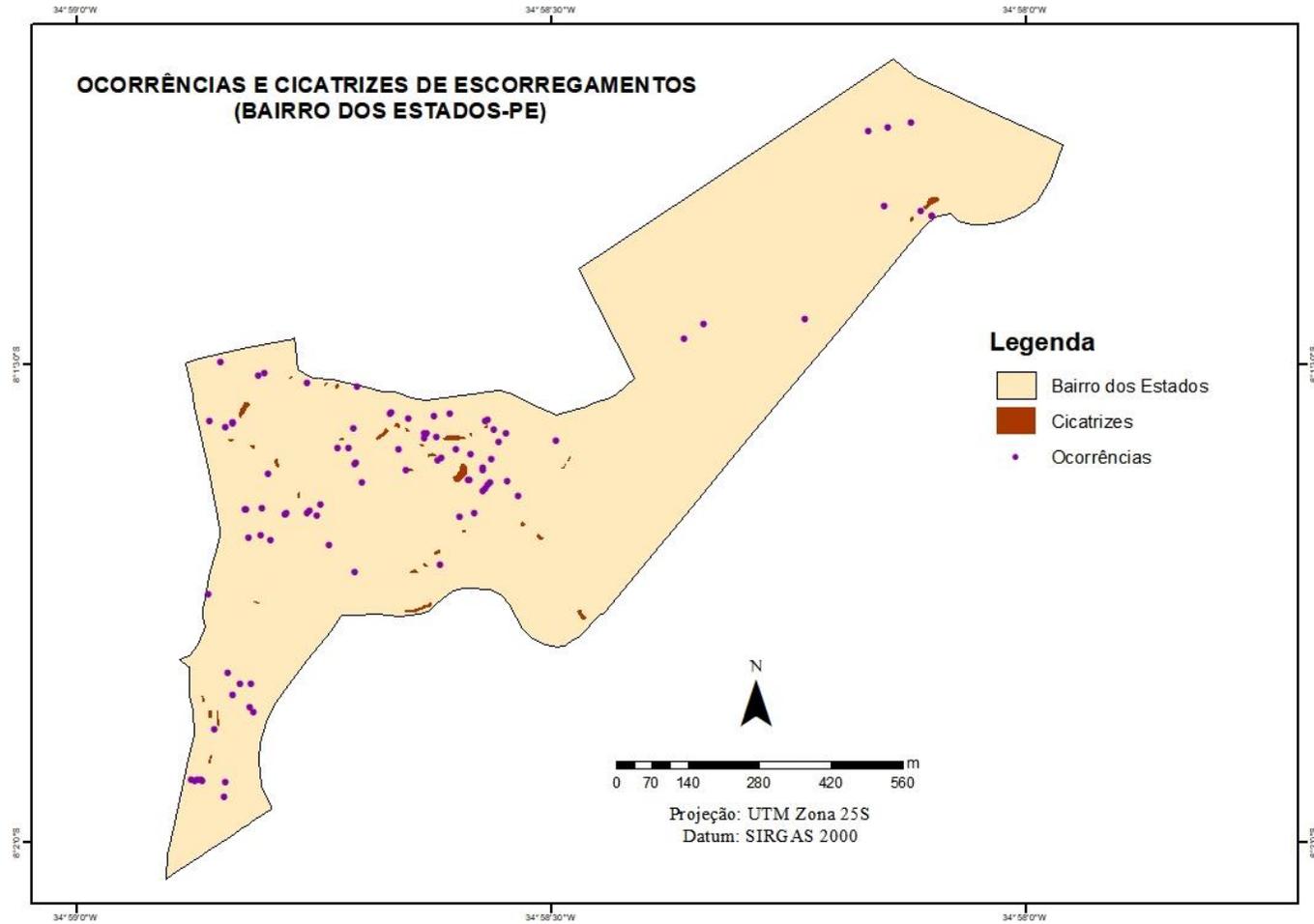
As cicatrizes de escorregamentos catalogadas para o cálculo de Frequência de Distribuição (FD) e Concentração de Escorregamentos (CE) tiveram como base o registro de 92 ocorrências mapeadas por Xavier (2020) e 36 por Santos (2020) para o Bairro dos Estados (Figura 39).

Estas predominam a oeste do bairro, embasadas sob a Formação Barreiras (Planalto Sedimentar) e, algumas, de embasamento cristalino; sob o Piemonte da Borborema, com solos do tipo Latossolos Amarelos, mais suscetíveis aos escorregamentos.

Com relação aos parâmetros geomorfológicos, o mapa de declividade (Figura 40) apresentou uma Frequência de Distribuição (FD) de 30,7% para a classe mais declivosa ($>16,7^\circ$), 24% na classe média ($9,7^\circ$ - $16,6^\circ$) e 45,3% na menor classe de declividade (0° - $9,6^\circ$) (Figura 40). Ressalta-se que as áreas de alta declividade necessitam de laudos técnicos para serem ocupadas.

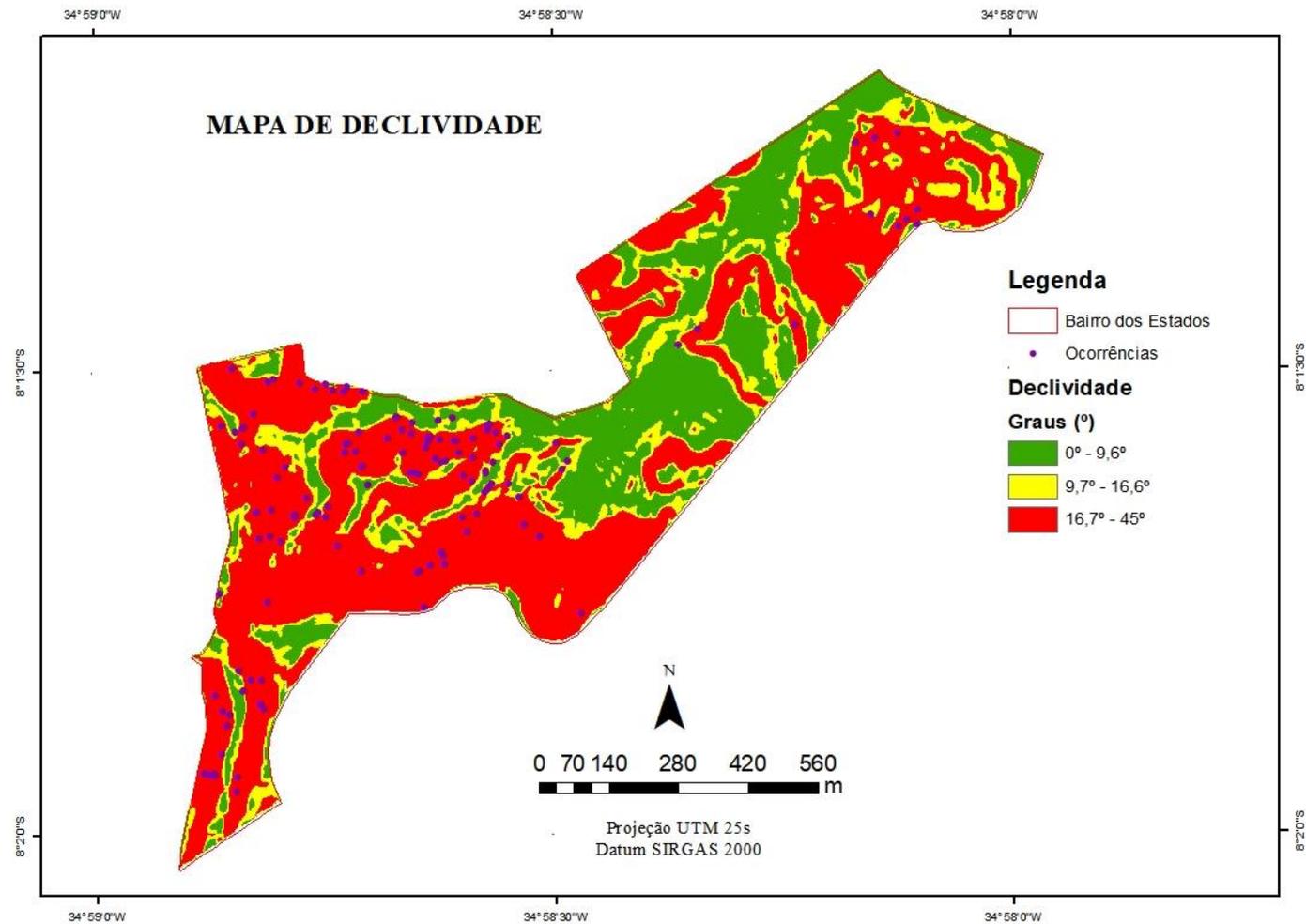
Quanto à Concentração de Escorregamentos (CE), 58,3% dos processos concentraram-se no maior intervalo de declividade (Figura 5.3), enquanto 28,4% ocorreram no intervalo $9,7^\circ$ - $16,6^\circ$ e, apenas, 13,4% na menor classe de declividade (Figura 41). Assim como nesta pesquisa, Santos *et al.* (2019) estudando o município de Camaragibe verificaram que o maior intervalo de declividade apresentou uma Concentração de Escorregamentos (CE) de 52,7%, demonstrando que as encostas mais íngremes concentram a maior parte dos escorregamentos na região.

Figura 39 - Ocorrências e cicatrizes de escorregamentos no Bairro dos Estados.



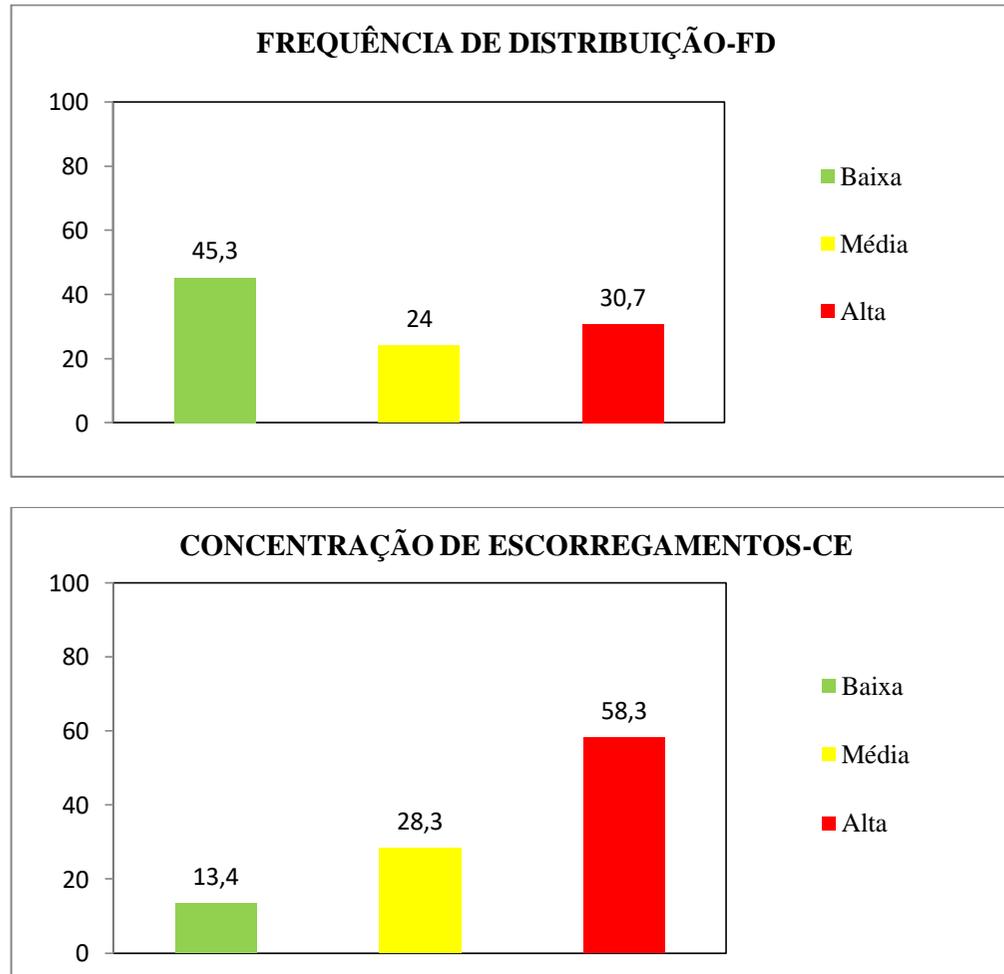
Fonte: Elaborado pela autora. Base de dados: Santos (2020) e Xavier (2020).

Figura 40 - Mapa de declividade do Bairro dos Estados.



Fonte: Elaborado pela autora. Base de dados: Pernambuco (2018), Santos (2020) e Xavier (2020).

Figura 41 - Índices de Frequência de Distribuição (FD) e Concentração de Escorregamentos (CE) das classes de declividade.



Fonte: Elaborado pela autora. Base de dados: Pernambuco (2018), Santos (2020) e Xavier (2020).

Quanto à curvatura (Figura 42), houve um predomínio de formas côncavas (FD de 48,6%) e convexas (FD de 47,3%) com apenas 4,2% de formas retilíneas (Figura 42). O predomínio de formas côncavas e convexas corrobora para o desencadeamento e a aceleração dos escorregamentos nas encostas, devido **concentração de fluxos hídricos**, acentuados pelos padrões precários de ocupação (interferência na hidrologia das encostas)(SELBY, 1993; FERNANDES e AMARAL, 1996). Tais modificações, entre outras consequências, promovem uma série de mudanças na forma dessas encostas e que provocam alterações no direcionamento da drenagem (SANTOS, 2020).

Mediante a maior frequência de distribuição de formas côncavas e convexas, entende-se que as côncavas são mais suscetíveis à concentração de água no solo, o que contribui para o aumento das cargas de pressão durante a chuva (GAO, 1993; DIETRICH; MONTGOMERY, 1998). Já nas encostas convexas há uma melhor distribuição da água sobre o terreno, necessitando de índices pluviométricos maiores para que ocorra a saturação do solo e, por consequência, a instabilização da área (DIETRICH; MONTGOMERY, 1998).

A Concentração de Escorregamentos (CE) foi mais elevada nas formas côncavas (66,3%) que induzem aumento do fluxo hídrico para uma única direção. As formas convexas e retilíneas apresentaram uma CE de, respectivamente, 30,4% e 3,3% (Figura 43). A concentração de escorregamentos nas formas côncavas e convexas pode estar relacionada às ocupações antrópicas, pois os locais avaliados nas áreas de estudo encontram-se em áreas muito adensadas, sendo comum a prática de cortes e aterros para a autoconstrução.

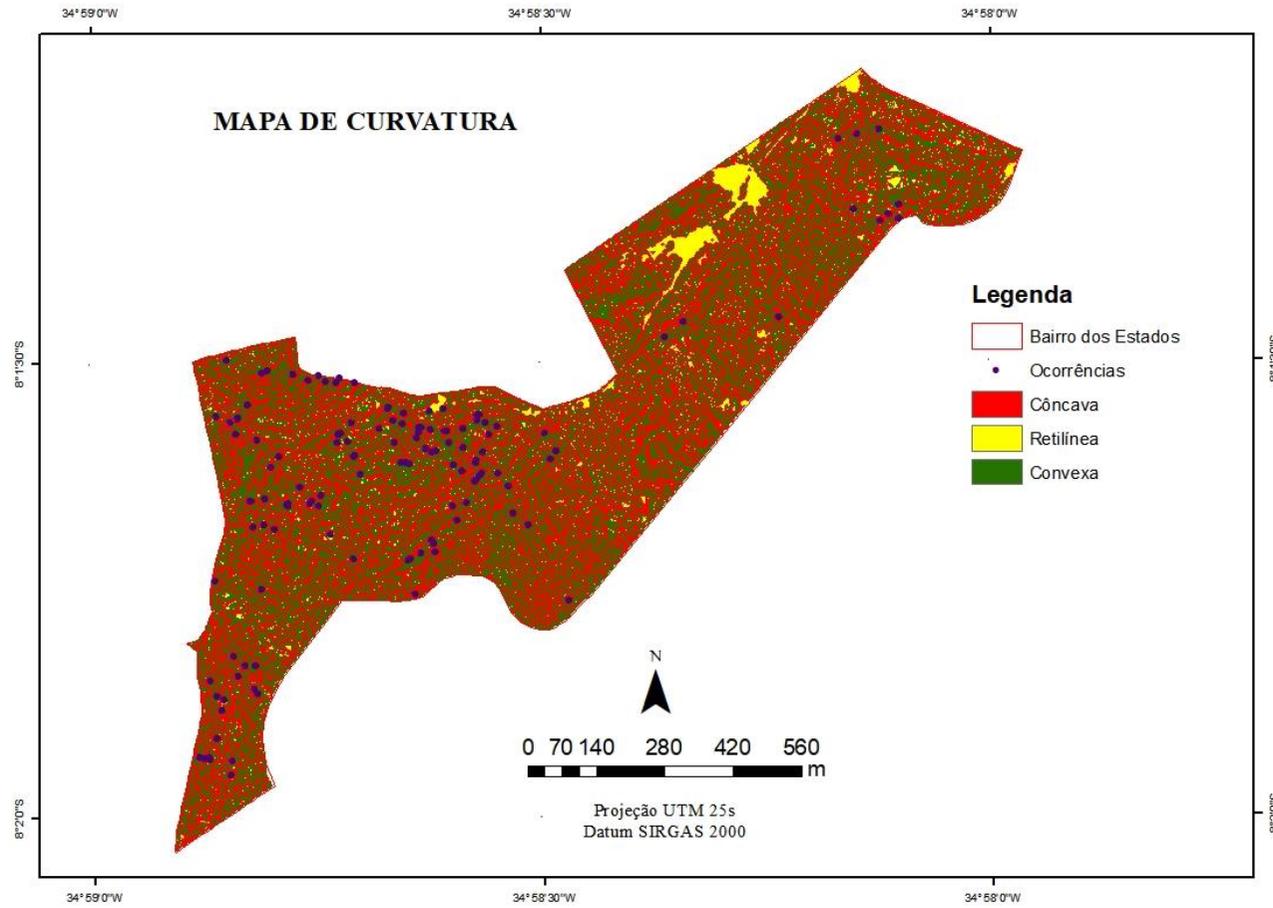
Santana e Listo (2018) identificaram *knickpoints* nas áreas de tabuleiros costeiros dissecados no Recife, devido ao rompimento do perfil de equilíbrio das encostas, gerando taludes artificiais. Estes contribuíram para identificar que os ângulos de repouso são incompatíveis com a declividade das matérias que sustentam o relevo, devido às alterações na morfologia original.

Com relação à FD do mapa de orientação das encostas (aspecto) (Figura 44), 20% estão voltadas para norte, 17,6% para noroeste, 16,2% para nordeste, 11,9% para leste, 10,6% para oeste, 10,1% para sudeste, 7% para sudoeste e 6,7% para sul (Figura 44). Quanto à CE, os escorregamentos predominaram nas encostas voltadas para norte (22,8%), leste (19,6%) e sudeste (17,4%) (Figura 45). Uma menor concentração foi identificada nas encostas voltadas para nordeste (15,2%), noroeste (14,1%), oeste (5,4%), sudoeste (3,3%) e sul (2,2%). Dessa forma, predominam encostas orientadas

para norte, noroeste e nordeste, que em uma análise conjunta, equivalem às áreas mais declivosas ($>16,7^\circ$) e com formas côncavas.

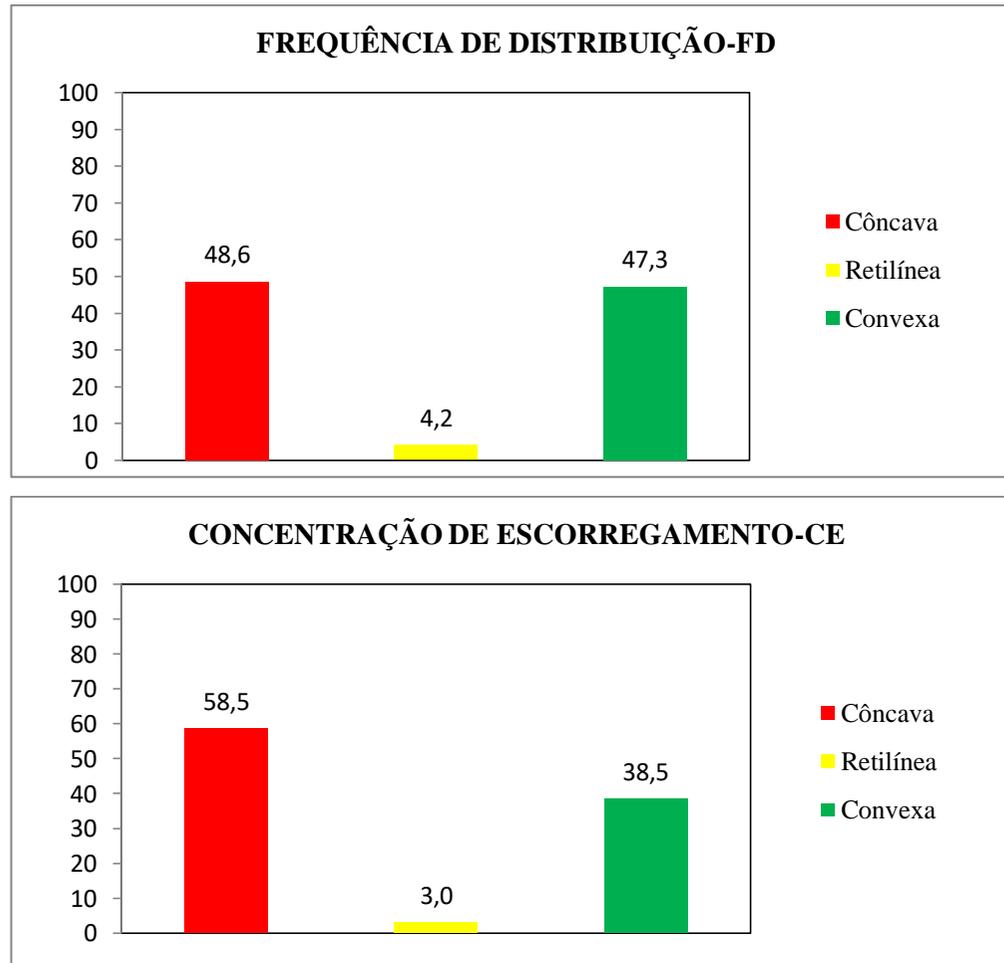
Em relação à orientação da encosta, Vieira (2007) na Serra do Mar, utilizando a metodologia de sobreposição do inventário de escorregamentos ao mapa de aspecto, identificou o maior número de escorregamentos à orientação Norte. Nos resultados do trabalho, a autora destaca o alto grau de suscetibilidade a processos de escorregamentos translacionais rasos na região. No município do Recife, Santana *et al.* (2017) aplica a mesma metodologia e identifica também, uma quantidade significativa de processos de escorregamentos ao Norte. Porém, é válido salientar que há uma menor influência desse aspecto topográfico a deflagração dos escorregamentos.

Figura 42 - Mapa de curvatura do Bairro dos Estados.



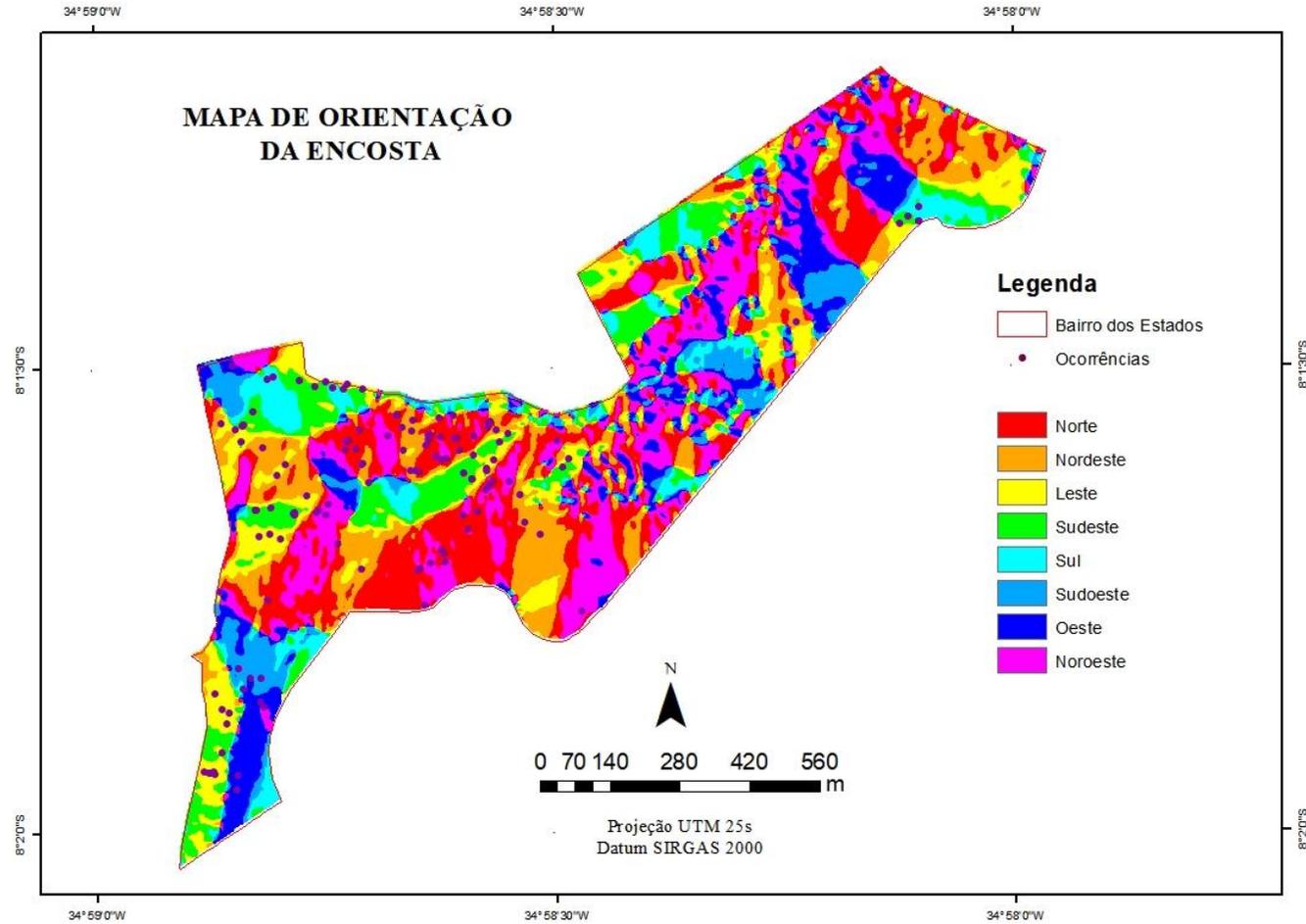
Fonte: Elaborado pela autora. Base de dados: Pernambuco (2018), Santos (2020) e Xavier (2020).

Figura 43 - Índices de Frequência de Distribuição (FD) e Concentração de Escorregamentos (CE) das classes de curvatura.



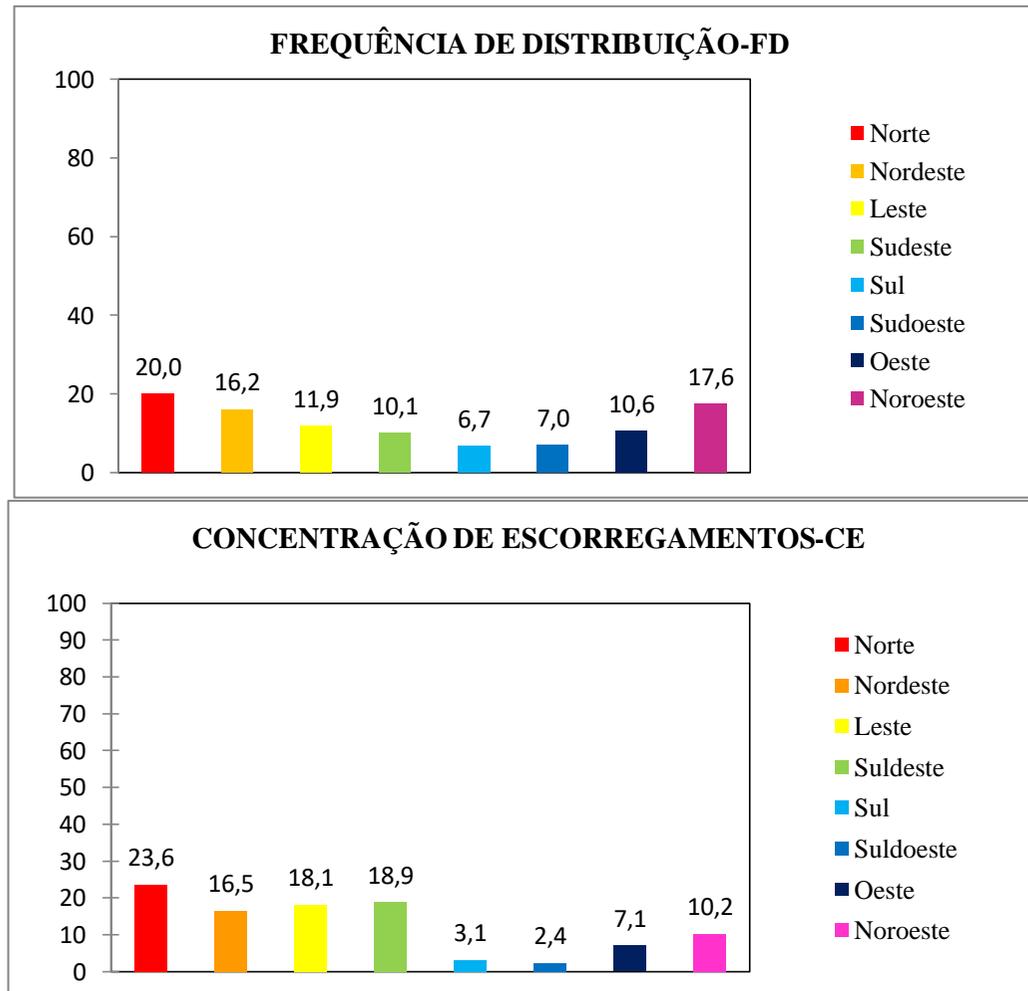
Fonte: Elaborado pela autora. Base de dados: Pernambuco (2018), Santos (2020) e Xavier (2020).

Figura 44 - Mapa de orientação de encosta do Bairro dos Estados.



Fonte: Elaborado pela autora. Base de dados: Pernambuco (2018), Santos (2020) e Xavier (2020).

Figura 45 - Índices de Frequência de Distribuição (FD) e Concentração de Escorregamentos (CE) das classes de Orientação da Encosta.



Fonte: Elaborado pela autora. Base de dados: Pernambuco (2018), Santos (2020) e Xavier (2020).

No mapa geomorfológico (Figura 46) foram identificadas as seguintes formas: tabuleiros dissecados, colina dissecada, encosta com cobertura eluvial, terraço e planície fluvial. Os tabuleiros dissecados (Figura 46), as encostas com cobertura eluvial e as colinas dissecadas localizam-se a sudoeste do bairro, onde se concentram as áreas com maior declividade, suscetibilidade e formas côncavas.

Os tabuleiros dissecados em Camaragibe têm sido alvo de veementes e repetitivos impactos antrópicos e intensificação de processos geomorfológicos. Em geral, alta declividade e amplitudes que ultrapassam 40m em vertentes côncavas a retilíneas. São dominadas por Latossolos e sedimentos arenosos finos apresentando cicatrizes erosivas, ravinas, lixiviações e movimentos de massa.

A ação antrópica no município de Camaragibe retira a vegetação primária, causando a desestabilização da encosta e conseqüente intensificação dos processos erosivos (hídrica e eólica). A CPRM classifica as áreas de tabuleiros dissecados como passíveis ao desenvolvimento de processos geomorfológicos, caracterizando-se como áreas de risco geológico. Neste caso, a pluviometria serve como o estopim para processos que foram intensificados e por muitas vezes, dispôs a sua gênese em ações antrópicas (OLIVEIRA *et al.*, 2007; CPRM, 2014).

As encostas com cobertura eluvial apresentam uma camada superficial de solo. A rocha-mãe que deu origem ao material pedológico perde toda a sua estrutura e torna-se relativamente mais homogênea. Nesse sentido, a encosta fica mais suscetível a atuação das leis da mecânica de estabilidade das encostas (GUZZETTI *et al.*, 2012).

A atuação dos agentes e causas citados por Guidicini e Nieble (1984) ficam mais evidentes nesses ambientes. Os agentes efetivos como a pluviosidade, a erosão hídrica e eólica, a variação da temperatura, a dissolução química, a ação de fontes e mananciais, a oscilação do lençol freático e atividades antrópicas, por exemplo, demandam de menos tempo para desestabilizar a encosta.

Nos estudos da CPRM (2014) foram constatados processos geomorfológicos (ravinas, voçorocas, movimentos de massa). Nas planícies e terraços fluviais acham-se depósitos de acumulação ao sopé das encostas circundantes a região, sendo nesses pontos, suscetíveis a movimentações mais lentas (rastejo) e rápidos (escorregamentos).

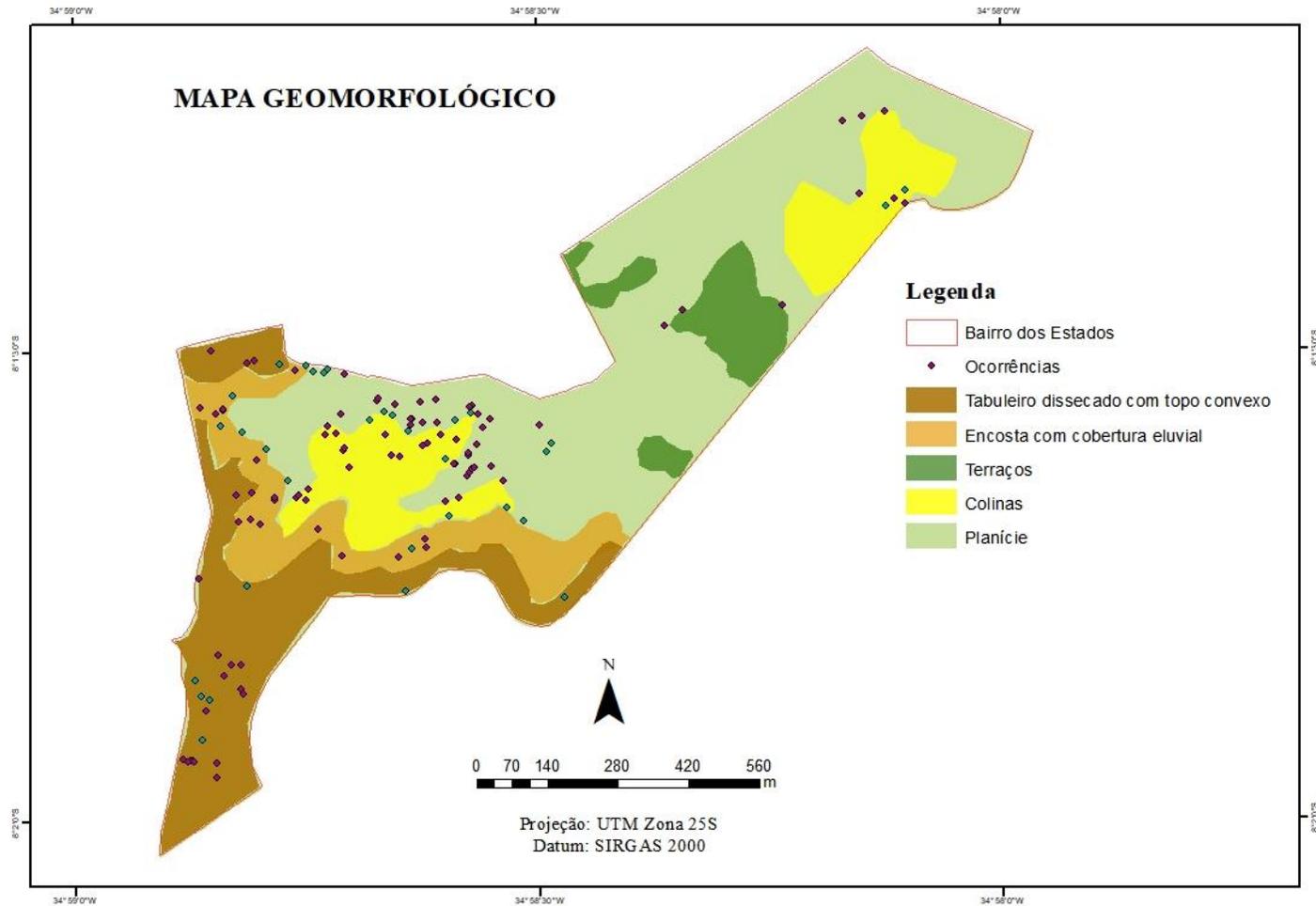
As planícies e terraços fluviais são áreas bastantes antropizadas devido ao processo de especulação imobiliária na RMR. A área de planície é periodicamente inundável, encontra-se dentro do sítio urbano do município e são caracterizadas por serem baixadas úmidas, saturadas por águas provindas dos escoamentos superficiais e

dos talwegues que convergem para essas porções do terreno (CPRM, 2014). O relevo é planificado, com declives inferiores a 3° constituídos por solos de textura superficial argilosa a argiloarenosa e estão intensamente ocupadas por moradias.

As planícies e os terraços situam-se a nordeste, onde há áreas mais planas e uma menor verificação de ocorrências de escorregamentos. A FD das planícies é significativa (49,5%), seguida pelos tabuleiros dissecados (18,7%), colinas dissecadas (14,4%), encostas com cobertura eluvial (11,2%) e terraços (2,4%) (Figura 47).

A CE do parâmetro unidades geomorfológicas apresentou a maior concentração nas colinas dissecadas (38,6%), seguida pelas áreas de tabuleiros dissecados (22,8%) e encostas com cobertura eluvial (22,8%), sendo estas 3 classes, portanto, as mais suscetíveis. Nas áreas mais planas (próximas às colinas), os tabuleiros e as encostas obtiveram um percentual de CE de 13,4% e os terraços de 2,4% (Figura 48).

Figura 46 - Mapa geomorfológico do Bairro dos Estados (escala de detalhe).



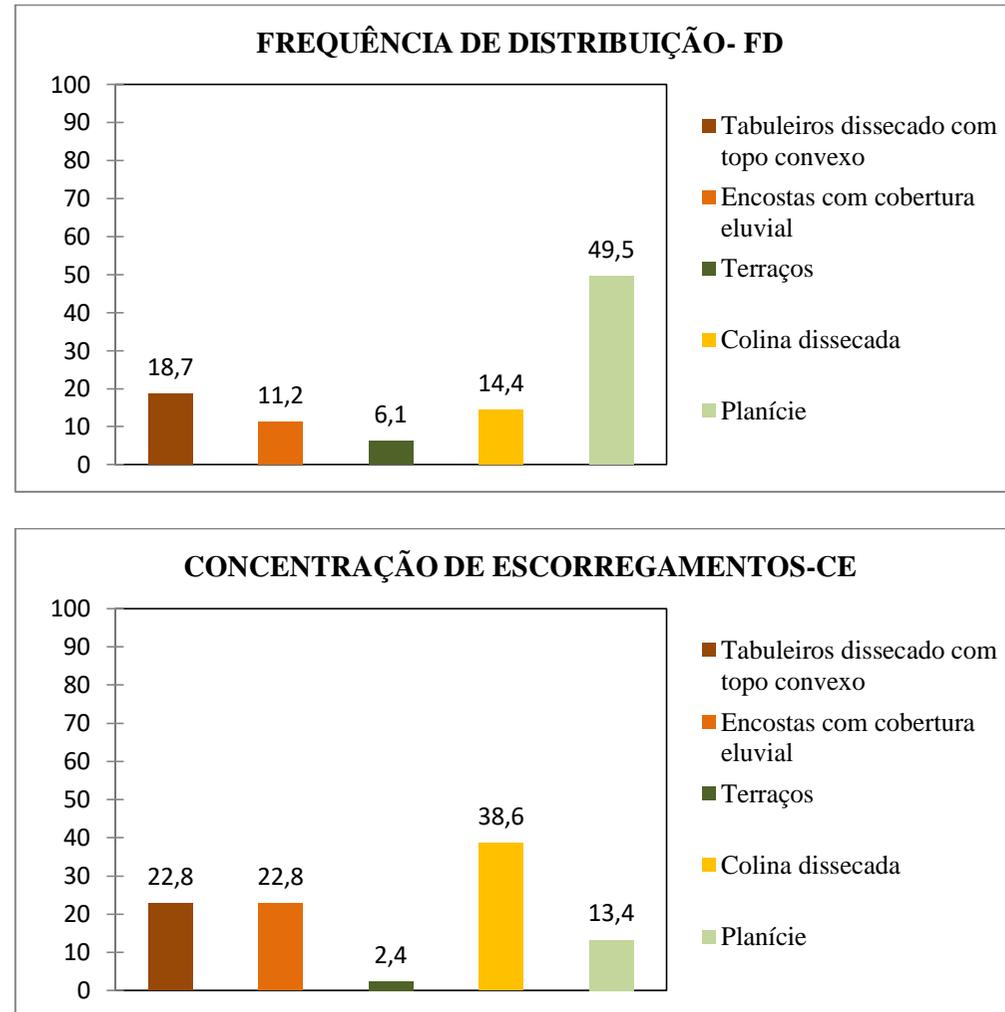
Fonte: Elaborado pela autora com base em IBGE (2009), Santos (2020) e Xavier (2020).

Figura 47 - Tabuleiro dissecado localizado no Bairro dos Estados, em que também pode ser observado indícios de escorregamentos.



Fonte: Autora (2021).

Figura 48 - Índices de Frequência de Distribuição (FD) e Concentração de Escorregamentos (CE) das classes de Unidades Geomorfológicas.



Fonte: Elaborado pela autora com base em IBGE (2009), Santos (2020) e Xavier (2020).

5.1.1 Cenário SHALSTAB

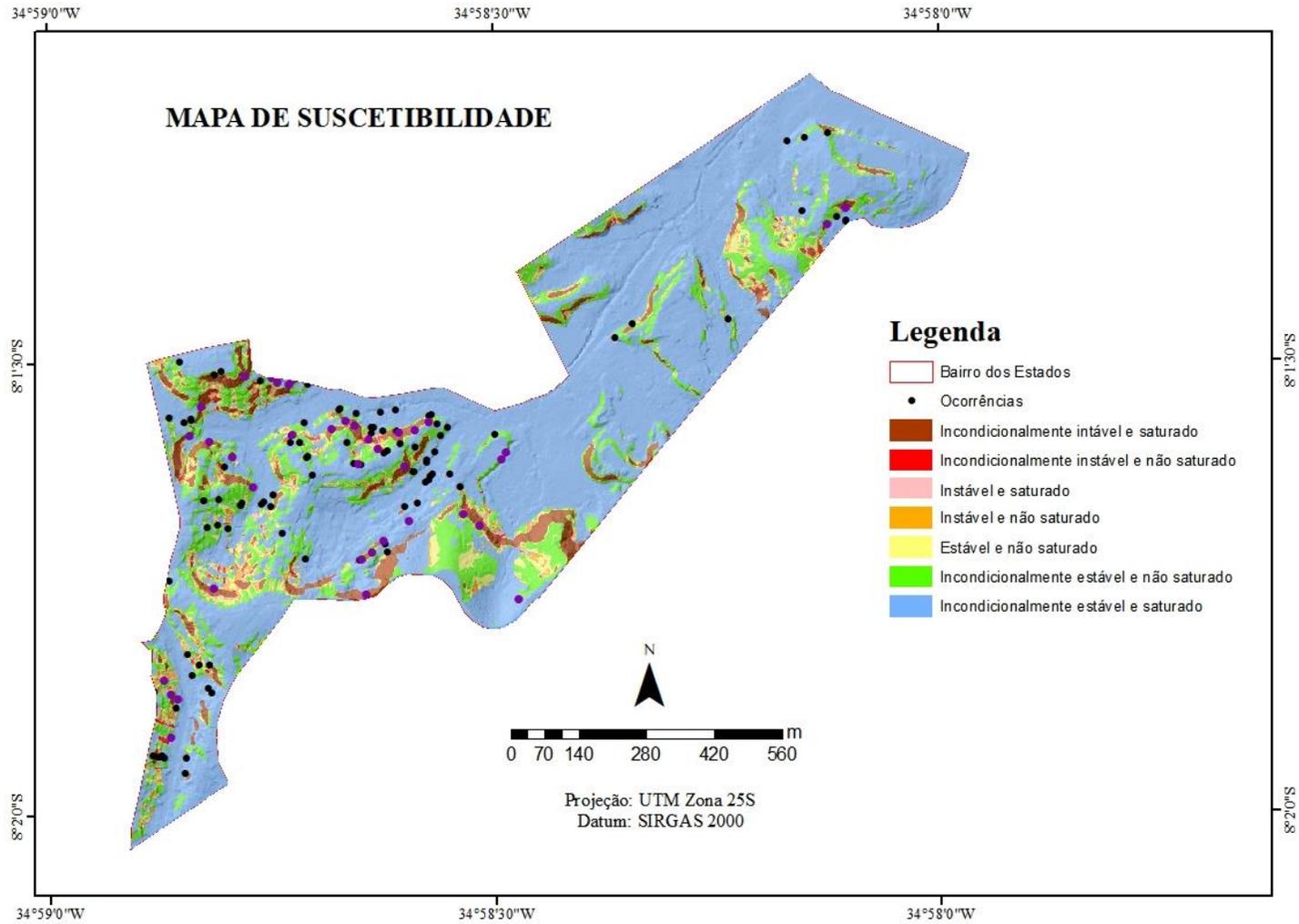
Os resultados do **mapa de suscetibilidade** (SHALSTAB) obtido por Santos (2020), para o Bairro dos Estados, apresentaram maior Frequência de Distribuição (FD) para a classe incondicionalmente estável e saturado com 76,9%, indicando a existência de áreas mais estáveis (Figura 49). Mesmo com baixa FD para as classes instáveis, esse cenário apresentou a melhor taxa de concordância entre o inventário de cicatrizes e as classes de maior suscetibilidade a escorregamentos previstas pelo modelo (SANTOS, 2020).

Com relação à Concentração de Escorregamentos (CE), houve 17,3% para a classe incondicionalmente instável (Figura 50). Estas se localizam em encostas declivosas, com a presença de intervenções antrópicas (cortes e aterros para construção de moradias irregulares), e estão presentes a oeste do bairro.

Na correlação com os parâmetros topográficos, as áreas mais suscetíveis localizam-se nos setores mais declivosos (Figura 49), sobretudo, aquelas embasadas pela Formação Barreiras e compostas por Latossolos amarelos de alta erodibilidade e mais predispostas à ocorrência de escorregamentos. As classes mais estáveis localizam-se nas áreas mais planas, tais como, topos dos tabuleiros e planícies aluviais (Figura 46).

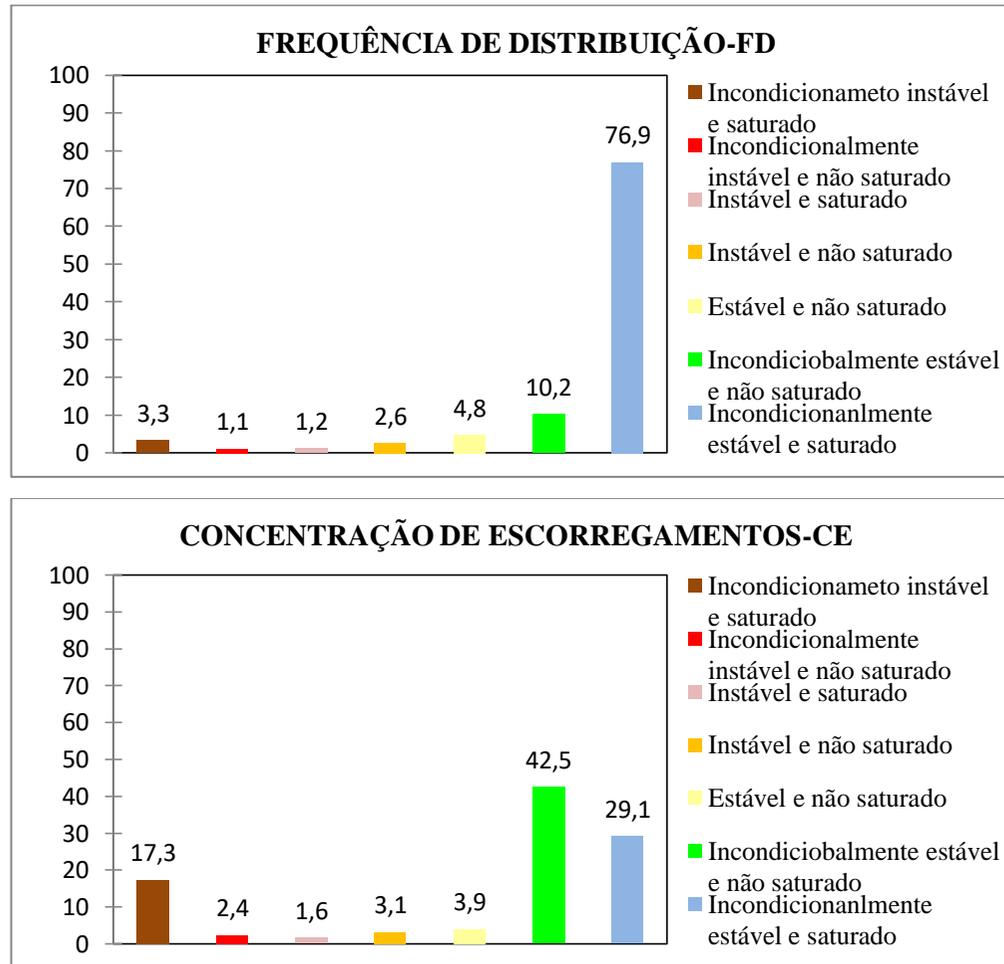
Além dos condicionantes físicos, destaca-se o adensamento populacional nas áreas de encosta, o que contribui para a instabilidade do terreno por meio da retirada da vegetação para cortes das encostas, facilitando a infiltração das águas das chuvas nos solos expostos.

Figura 49 - Mapa de Suscetibilidade do Bairro dos Estados (modelo SHASLTAB).



Fonte: Base de dados - Pernambuco (2018), Santos (2020) e Xavier (2020).

Figura 50 - Índices de Frequência de Distribuição (FD) e Concentração de Escorregamentos (CE) das classes de suscetibilidade (modelo SHASLTAB).



Fonte: Elaborado pela autora com base em Santos (2020) e Xavier (2020).

5.2 MAPA DE VULNERABILIDADE FÍSICA E SOCIAL

O mapeamento de vulnerabilidade física e social foi realizado nos sete setores delimitados a partir das indicações da Defesa Civil do Município de Camaragibe, conforme supracitado. Estes foram classificados em quatro graus de vulnerabilidade (baixa, média, alta e muito alta).

Conforme os graus de vulnerabilidades mapeados (Tabela 9 e Figura 51), não houve setores classificados com vulnerabilidade baixa. Dessa forma, três setores (2, 3 e 6) foram mapeados com vulnerabilidade média, três setores (1, 4 e 7) com vulnerabilidade alta e um setor (5) foi mapeado com vulnerabilidade muito alta (Figura 51).

Na avaliação de cada categoria de vulnerabilidade avaliada foram observadas características distintas para cada setor e algumas com certo padrão de classificação. Por exemplo, o sistema viário dado pela organização da ocupação e pela articulação das vias de acesso foi classificado para todos os setores como espontâneo de baixo padrão (vulnerabilidade muito alta) e o padrão construtivo de moradia em alvenaria (vulnerabilidade baixa).

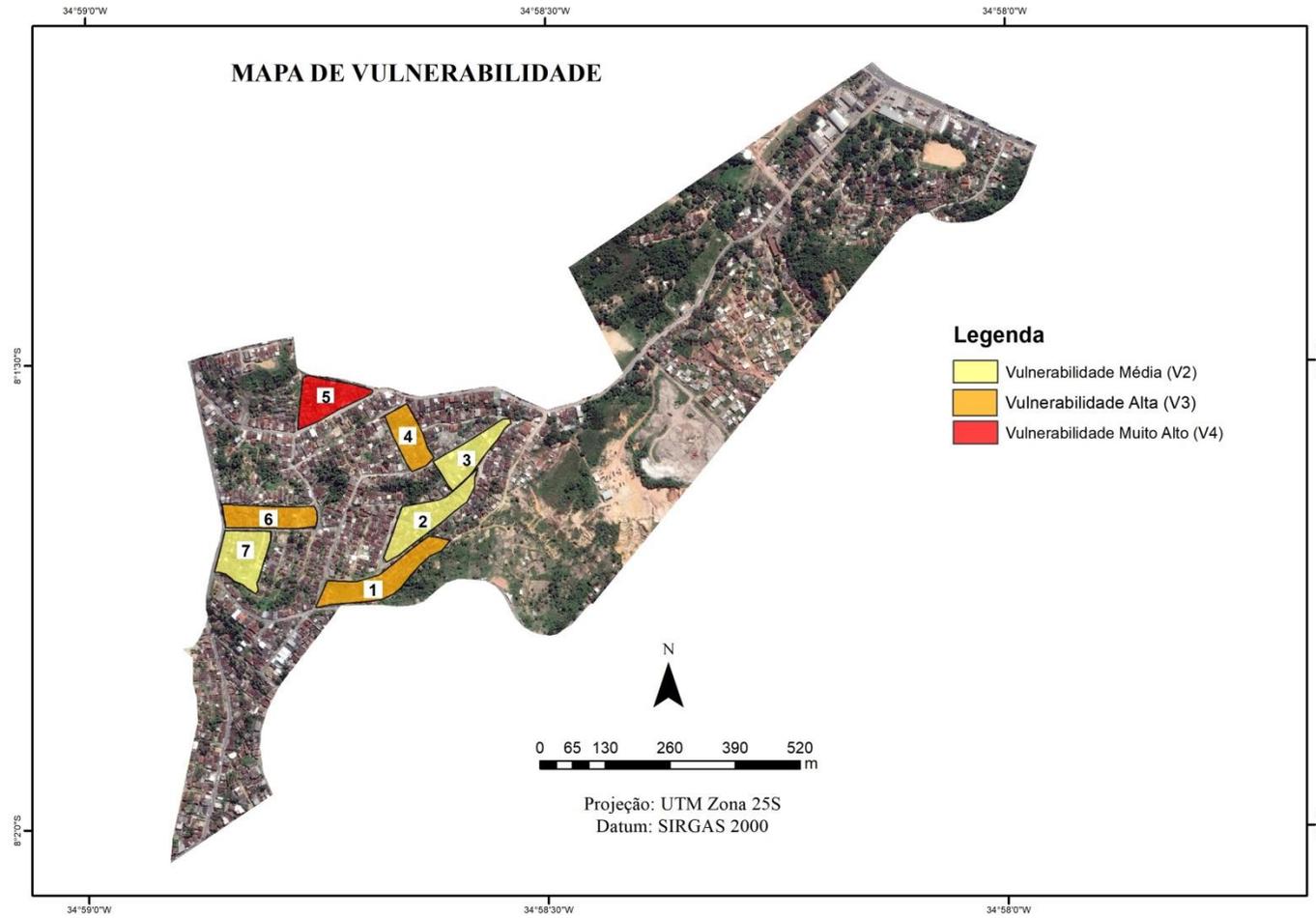
Tabela 9 - Classificação das vulnerabilidades específicas de cada índice.

Setores	Abastecimento de Água (AA)	Coleta de Esgoto (CE)	Coleta de Lixo (OU)	Sistema Viário (SV)	Pavimentação	Padrão Construtivo da Moradia (PCM)	Distância da Moradia até a Encosta (DME)	Moradores (M)	Renda (R)	Instrução (I)	Classificação Geral
Setor 1	Vulnerabilidade média (V2)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade alta (V3)	Vulnerabilidade alta (V3)			
Setor 2	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade média (V2)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade média (V2)
Setor 3	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade média (V2)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade média (V2)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade média (V2)
Setor 4	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade média (V2)	Vulnerabilidade alta (V3)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade média (V2)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade alta (V3)
Setor 5	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade alta (V3)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade média (V2)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade muito alta (V4)
Setor 6	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade alta (V3)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade média (V2)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade alta (V3)
Setor 7	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade alta (V3)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade média (V2)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade muito alta (V4)	Vulnerabilidade baixa (V1)	Vulnerabilidade alta (V3)	Vulnerabilidade alta (V3)	Vulnerabilidade média (V2)

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

-  Vulnerabilidade baixa (V1)
-  Vulnerabilidade média (V2)
-  Vulnerabilidade alta (V3)
-  Vulnerabilidade muito alta (V4)

Figura 51 - Mapa de vulnerabilidade física e social para o bairro dos Estados.



5.2.1 Setores de Vulnerabilidade Média

Os setores classificados com a vulnerabilidade média (setores 2, 3 e 7), na categoria de **Abastecimento de Água (AA)**, fornecidos pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), possuem rede de geral de abastecimento de água integral o setor 2, o setor 3. Parte do setor 7 recebe de forma parcial (Figura 52).

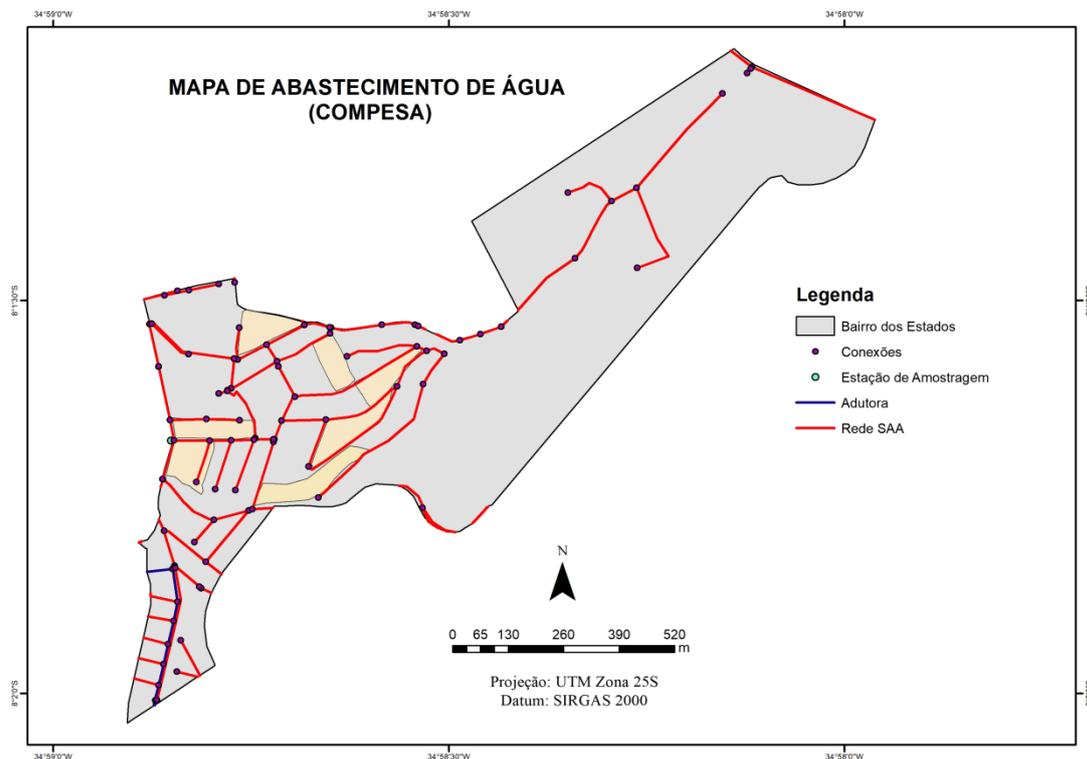
Com relação à **coleta de esgoto**, as casas do setor 3 apresentavam lançamento de águas servidas diretamente nas encostas (Figura 53). As residências que possuíam fossa séptica representavam 44,4% e as que tinham esgoto canalizado para o sistema de drenagem, 55,6%. Verificou-se, então, um uso inadequado do sistema de drenagem, uma vez que as ruas não apresentaram esse sistema finalizado/adequado. Ressalta-se que as águas pluviais apenas deveriam correr nas estruturas de canaletas, porém a população faz uso dessas valas como rede de esgoto improvisada.

No setor 7 também houve um potencial de saturação do solo evidente, devido à falta de canalização de águas servidas e esgoto, caracterizados como 62,5% em fossas sépticas, 25% em irregular (despejados diretamente na encosta) e, somente, 12,5% em canalizado.

A categoria coleta de lixo o setor 2 possui uma vulnerabilidade baixa, devido as ruas serem calçadas, facilita o acesso ao caminhão de lixo. Já o setor 3, tem seu acesso tanto por uma rua calçada, como por uma escadaria, sendo atendido de forma parcial pela rota do lixo. Essa dinâmica não acontece no setor 7, pois o mesmo tem como principal acesso uma escadaria, não fazendo parte da rota de coleta de lixo (Tabela 10).

O padrão de ordenamento urbano, classificado pelo **sistema viário** para todos os setores foram classificados com vulnerabilidade muito alta, pois há o predomínio de uma urbanização espontânea e de baixo padrão, esse fato é percebido pelo acesso às residências que são através de escadarias e ruas sem calçamentos, além de não apresentarem padrão de alinhamento das ruas. De acordo com o IBGE (2010), a configuração de habitações com padrão urbanístico irregular, carência de serviços públicos essenciais e localização em áreas com restrição à ocupação, caracterizam-se com aglomerados subnormais, para o município de Camaragibe a População residente em domicílios particulares ocupados em aglomerados subnormais são de 11.359 pessoas (IBGE, 2010).

Figura 52 - Mapa de redes de abastecimento de água do Bairro dos Estados, realizados através da COMPESA.



Fonte: Elaborado pela autora. Com base de dados: COMPESA (2021).

Figura 53 - Setor 3, águas servidas e de esgoto sendo despejado diretamente em encosta e calçada com rede de drenagem.



Fonte: Autora (2021).

Tabela 10 - Coleta de lixo por setores

Setores	Descrição
Setor 2	Rota de acesso para caminhão de lixo por todo setor
Setor 3	Rota parcial do caminhão do lixo, pois tem acesso por uma rua calçada com coleta de lixo e escadaria sem rota de lixo.
Setor 7	Rota com pontos de coletas de lixo no início e final da escadaria, mas não estão definidos.

Fonte: Secretaria de Planejamento, Meio Ambiente e Orçamento Participativo (SEPLAMA).

A pavimentação das ruas nos setores 2 estavam calçadas com paralelepípedos, esse tipo de calçamento é inadequado para períodos chuvosos, pois paralelepípedos em terrenos muito declivosos, favorecem processos de enxurrada, além de água servida nas encostas. Os setores 3 e 7 o principal acesso as ruas eram através de escadarias, destaca-se que as mesmas não estavam em um bom estado devido a falta de manutenção.

Muitas ruas destes setores apresentaram calçamentos inadequados para períodos chuvosos, por exemplo, paralelepípedos em terrenos muito declivosos, que favorecem processos de enxurrada, além de água servida nas encostas. Havia também cortes de aterro próximo a moradias, entre outras práticas inadequadas.

A estrutura das moradias desse setor foi satisfatória com relação à vulnerabilidade física das construções, tendo o seu padrão construtivo das moradias o predomínio em alvenaria. O setor 7 apresentou um alto grau de risco com probabilidade de ocorrer escorregamentos, sobretudo, por estar em áreas de alta declividade, mas a predominância do padrão construtivo é de alvenaria.

A **Distância até Encosta** foi classificada com vulnerabilidade muito alta nos setores 2 e 7, respectivamente nesses setores a maior parte das construções estavam muito próximas aos taludes, além disso, foi observada a perda parcial de algumas casas. A prática inadequada de cortes de taludes para construção de moradias com autoconstrução é mais evidente em terrenos com difícil acesso como alta declividade e formas de encostas côncavas e convexas, no qual as moradias desses setores estão instaladas. O setores 3 está situado em encosta também cortada, mas possuem obras de

infraestrutura, o que diminui o perigo para possíveis acidentes de escorregamentos, tendo conforme a avaliação do Índice de Vulnerabilidade classificada como média.

O perfil traçado das características sociais do bairro indicou com relação ao número de residentes serem em sua maioria de adultos, dessa forma foi avaliado com uma baixa vulnerabilidade para os setores 2 e 3, com exceção do setor 6, no qual 58,6% são adultos, 31,03% de crianças e 10,34% de idosos que em todos os setores avaliados.

Para a análise da renda, todos os setores foram caracterizados com vulnerabilidade muito alta, no qual a renda total das casas estava no intervalo de 0 a 2 salários mínimos, destaca-se que nas entrevistas in loco a renda está associada a serviços prestados de forma temporária, caracterizando-se por trabalhos informais e recebidos por idosos já aposentados. Na categoria instrução a vulnerabilidade muito alta foi observada nos setores 2, 3 e 7 com a maior parte da população ter formação no ensino fundamental e médio.

5.2.2 Setores de Vulnerabilidade Alta

Os setores classificados com vulnerabilidade alta foram os setores 1, 4 e 6. Para a categoria de abastecimento água esses setores (1, 4 e 6), tem uma rede parcial de distribuição. Nos locais que possuem dificuldades de distribuição de água, a população acaba por utilizar formas irregulares para captação de água.

O setor 1 na avaliação de coleta de esgoto possuiu uma estrutura para a rede geral de esgoto ou pluvial, que foi instalada pela prefeitura a partir da realização da obra de contenção de encosta, pois para drenar a água captada pelos muros de arrimo foi necessário se realizado o sistema de drenagem, modificando as canalizações das casas para a rede principal.

A coleta de lixo teve o destaque para o setor 1, pois o mesmo não faz parte da rota da coleta de lixo, dessa forma o lixo é entulhado em um local próximo impróprio próximo a uma encosta que já apresenta o desencadeamento de processos erosivos. Salienta-se que esse setor está localizado na divisa municipal entre Recife e Camaragibe. E no setor 6, pois o mesmo tem como principal acesso uma escadaria, não fazendo parte da rota de coleta de lixo (Tabela 11).

Ao ser avaliado **coleta de lixo** a rota do caminhão do lixo nas ruas, foi percebido que na Rua Mato Grosso (setor 1) o ponto de coleta é localizado ao final da rua de forma inadequada, além do acúmulo de lixo nesse ponto específico, a rua não faz parte

do roteiro de caminhão do lixo, ou seja, torna-se um setor potencial para o descarte de lixo inadequado, com Vulnerabilidade Muito Alta (Figura 54).

Na avaliação da **pavimentação** o setor 1 (Figura 55 - A) tem como via de acesso uma rua sem calçamento, com evidência de processo erosivo em fase de sulcos com possibilidade de evoluir para ravinas. Esses processos de erosão urbana, junto aos escorregamentos são acelerados pela ausência de um planejamento satisfatório, no qual é considerado o meio físico suscetível e as condições socioeconômicas (GUERRA, 2004). No setor 4, mesmo tendo como acesso uma escadaria passou recentemente por obra de infraestrutura de encosta e escadaria hidráulica, sendo classificada em uma vulnerabilidade média. A pavimentação das ruas nos setores 6 estavam calçadas com paralelepípedos (calçamento inadequado para períodos chuvosos) (Figura 55 - B).

O **Padrão Construtivo** das moradias foram majoritariamente em alvenaria. Os setores (1, 4 e 6) apresentaram padrão construtivo de alvenaria e com infraestrutura satisfatória em grande parte da área, sendo considerados com a vulnerabilidade baixa nessa categoria. E na avaliação da moradia até a encosta também foi classificado com a vulnerabilidade muito alta para os setores, devido a não ser respeitado ao menos o limite de segurança de 70% da altura do talude.

Para avaliação da categoria social, o número de moradores do setor tinha em sua maior parte uma população adulta, enquadrando-se com a vulnerabilidade baixa. Na categoria de renda o setor 6 teve como classificação vulnerabilidade alta com rendas no intervalo de 2 a 5 salários mínimos e os outros classificaram-se com renda baixa de 0 a 2 salários, sendo identificados com a vulnerabilidade muito alta.

Nos setores 1 e 6 alguns moradores tinham outras formações no nível técnico e superior, respectivamente no setor 1 os residentes com instrução técnica e superior foi de 5,5% para cada um, no setor 6 os moradores com instrução técnica foi de 3,8% e com ensino superior 7,8%, sendo classificados com vulnerabilidade alta. Já o setor 4, foi classificado como muito alta, pois a maior parte dos moradores tinham o ensino fundamental e alguns o ensino médio. Algo a ser observado no setor 6, é a associação entre instrução e aumento da renda da população, já que neste setor foi destacado o índice de vulnerabilidade alta para essas duas categorias.

Figura 54 - Rua Mato Grosso (setor 1), com destaque para a concentração de entulhos e lixo ao final da rua, ressaltando o processo de erosão através de ravinas devido a falta de calçamento.



Fonte: Autora (2021).

Tabela 11 - Coleta de lixo por setores

Setores	Descrição
Setor 1	Ponto de coleta ao final da rua, com descarte em caçambas de metralha e lixeira, mas com acúmulo de lixo e localização da coleta em encosta declivosa com indícios de erosão (Figura 54).
Setor 4	Rota com dois pontos de coleta não definidos, localizados no início e final da escadaria.
Setor 6	Rua calçada, mas não faz parte da rota do caminhão do lixo e não possui ponto definido para coleta de lixo.

Fonte: Secretaria de Planejamento, Meio Ambiente e Orçamento Participativo (SEPLAMA).

Figura 55 - A- Setor 1, rua sem pavimentação com processos erosivos desencadeados. **B -** Setor 6, rua calçada com paralelepípedos com encanação de águas servidas despejadas diretamente na rua e sistema de drenagem da calçada, proliferando extratos vegetais e matéria orgânica. **C-** Setor 1, casa acima da encosta já erodida com possibilidade iminente de destruição da moradia.



Fonte: Autora (2021).

5.2.3 Setor de Vulnerabilidade Muito Alta

O setor classificado com vulnerabilidade muito alta foi o setor 5, no qual para a categoria de abastecimento de água é por meio de uma rede parcial de distribuição. Diante disso, são percebidas as dificuldades do acesso à água potável pela população desses setores, que por sua vez podem utilizar redes clandestinas para o consumo de água, classificando-se para a avaliação dessa categoria como inadequado.

Setor 5, destaca-se com a falta de coleta de esgoto, sendo colocado de forma inadequada na encosta, além da coleta de lixo ser realizada de forma incipiente, pois a via de acesso para o setor é realizado por uma escadaria rudimentar calcada no próprio solo. As moradias apresentaram canalização de águas servidas em 44,4%, 11,2% de fossas sépticas e 44,4% de esgoto despejadas de forma irregular para as encostas. E a coleta de lixo terá como ponto de coleta na Avenida Pernambuco, ao final da escadaria com funcionamento incipiente de coleta, pois não há um ponto definido (SEPLAMA, 2021).

O padrão de ordenamento urbano, classificado entre sistema viário e pavimentação, tiveram os índices identificados com vulnerabilidade muito alta, pois o setor está localizado em uma encosta com habitações construídas de forma espontânea e de baixo padrão, bem como tem um intervalo de pavimentação entre 0 e 20%.

Com relação à estrutura da moradia, o padrão construtivo do setor 5, indicou 77,8% de moradias em alvenaria e 22,2% mista (alvenaria e madeira), classificando-se com vulnerabilidade média (Figura 56 e Figura 57). E a distância da moradia até a encosta, foi classificada com a vulnerabilidade muito alta, devido à proximidade das casas a encosta.

As características sociais do setor 5, teve como vulnerabilidade baixa o número de moradores, por concentrar uma população adulta. E na categoria renda e instrução foram inseridos com vulnerabilidade muito alta.

Na pesquisa realizada pelo IPEA (2015), o bairro dos Estados teve o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) classificado no intervalo de alta vulnerabilidade (entre 0,4 e 0,5), cujo IVS específico do mesmo equivale a 0,443, observou-se na pesquisa características como infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho.

Nascimento (2017) adaptou a metodologia de Ferreira e Rossini-Penteado (2011) na área urbana de Santa Tereza (ES), observou que a variável de vulnerabilidade corresponde à resposta mais predominante no fator de risco, apontando novas áreas de risco por ocupação urbana.

Na pesquisa de Xavier *et al.* (2019) com a utilização de dados do IPEA (2015) para o município de Recife, obteve o resultado de vulnerabilidade muito alta, para os setores com formas de colinas e tabuleiros, naturalmente mais suscetíveis aos escorregamentos.

Mediante as categorias avaliadas as áreas mais vulneráveis do bairro equivalem aos assentamentos precários com falta de infraestrutura adequada, situados em áreas de relevos dissecados, declivosos e colinosos. Há ausência de serviços de saneamento básico, tais como, canalização de esgoto e águas pluviais, má coleta de lixo e mobilidade urbana comprometida. Destacando-se com esses critérios o setor 5 (Rua Amendolândia) com vulnerabilidade muito alta.

Figura 56 - Casa com Padrão Construtivo misto, localizado em um setor com alto grau de risco (Setor 5).



Fonte: Autora (2021).

Figura 57 - A- Setor 5, perda parcial de residência com escombros e lonas plásticas desgastadas.



Fonte: Autora (2021).

5.3 MAPA PARTICIPATIVO DE ÁREAS DE RISCO A ESCORREGAMENTOS

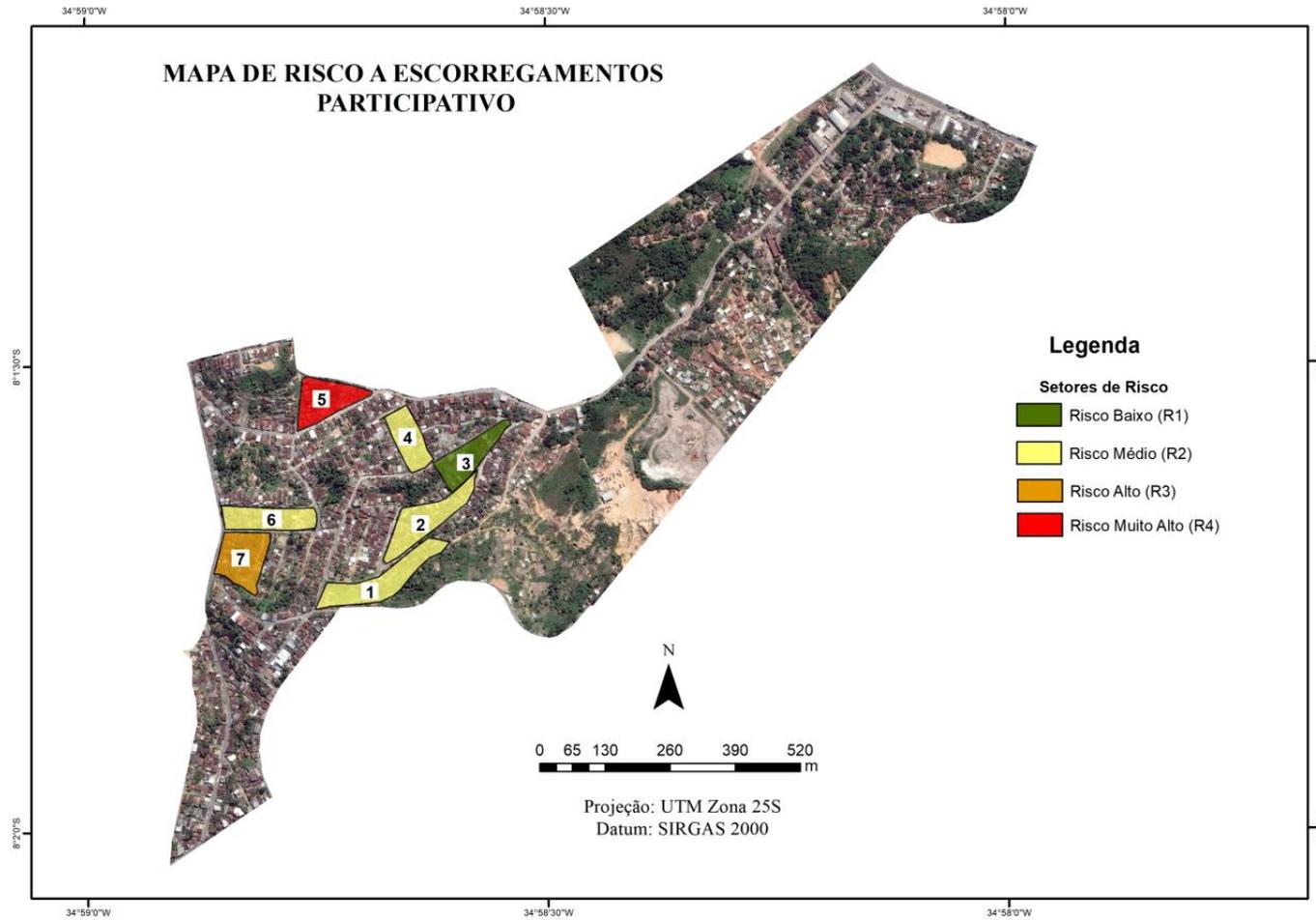
O mapeamento participativo foi aplicado em 7 setores do Bairro dos Estados, conforme hierarquização do risco indicada pelos moradores, os número de moradias aproximadas teve para o setor R1 (30 moradias), R2 (125 moradias), R3 (40 moradias) e R4 (35 moradias), totalizando 230 moradias (Tabela 12). Assim, foram obtidos como resultados 1 setor com grau de risco R1 (baixo); 4 setores com grau de risco R2 (médio); 1 setor com grau de risco R3 (alto) e 1 setor R4 (muito alto) (Figura 58).

Os resultados e análises do mapeamento participativo demonstram relações afetivas e resilientes com a área de estudo por parte das comunidades, visto que dos 7 setores analisados, 57,14% dos setores foram classificados pelos moradores como R2, indicando um risco médio (Figura 58). Na sequência, 14,28% foram classificados como R1, R3 e R4 cada (Figura 58).

Tabela 12 - Número aproximado de moradias por setor de risco

Risco	Nº de moradias
R1	30
R2	125
R3	40
R4	35

Figura 58 - Mapa participativo de áreas de risco a escorregamentos no Bairro dos Estados.



Fonte: Autora (2021).

5.3.1 Ficha para Mapeamento Participativo

A Ficha de Mapeamento Participativo das áreas de risco a escorregamentos (Figura 59) foi construída a partir da adaptação da linguagem e inserção de novas categorias de análise da ficha técnica consagrada do Ministério das Cidades e IPT (2007). As mesmas foram aplicadas com os moradores na perspectiva de perceber o entendimento destes acerca do local em que vivem, trazendo memórias, percepções e detalhes em um mapeamento de risco com abordagem participativa.

Na classificação dos setores de forma participativos, foram percebidos detalhamentos nos mapeamentos por meio de entrevistas, visto que a população com sua vivência e convivência com o risco sabia indicar os critérios mais distantes do campo de visão dos técnicos, obtendo, assim, uma maior precisão na avaliação dos setores de risco. Detalhes como movimentações recentes da encosta, rachaduras e históricos de ocorrências por parte da comunidade auxiliaram na construção dos mapas comunitários. Porém a classificação do risco ainda é minimizada pelos mesmos.

Muitos moradores afirmam residir em áreas de risco, mas faltam monitoramentos, acesso a informações, entre outros. Os mesmos entendem que as pessoas que vivem em uma situação de maior perigo são as mais alertadas pela Defesa Civil. Todavia, alguns não são informados e outros não entendem como poderia se estabelecer a comunicação prévia para prevenção de desastres.

Figura 59 - A - Ficha de Mapeamento Participativo das áreas de risco a escorregamentos (página 1).

FICHA DE MAPEAMENTO PARTICIPATIVO DE ÁREAS DE RISCO A ESCORREGAMENTOS			
Município: _____			
Bairro: _____			
Data: / / _____			
DADOS GERAIS SOBRE DAS MORADIAS			
Localização:			
Setor: _____	Endereço: _____	Coordenadas Lat.: _____ Long.: _____	
Condições de acesso à área:			
Vias: <input type="checkbox"/> Pavimentadas <input type="checkbox"/> Sem Pavimentação <input type="checkbox"/> Escadaria			
Tipos de moradias: <input type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Misto (Alvenaria e Madeira)			
Ambiente: <input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> Rural			
1º PASSO - CARACTERIZAÇÃO DOS RESIDENTES DO IMÓVEL			
Quanto tempo você reside nesse local? _____			
Os familiares já residiram aqui antes? _____			
Quem estuda da residência? _____			
Qual o nome da escola? _____			
Nº de Residentes	Adultos	Crianças	Idosos
2º PASSO - MEMÓRIA			
Já presenciou algum deslizamento na barreira? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não. Quando? _____			
Já houve destruição de moradias? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Total <input type="checkbox"/> Parcial. Quantas? _____			
Já houve mortes? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não. Quantas? _____			
Houve intervenção de moradias pela Defesa Civil? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não. Quais? _____			
Há monitoramento pelo governo para redução do risco?			
<input type="checkbox"/> Nem um pouco <input type="checkbox"/> Até certo ponto <input type="checkbox"/> Sim, mas não em todos os casos <input type="checkbox"/> Atende todos os casos			
<input type="checkbox"/> Não sei			
O governo informa sobre tendências de riscos locais e medidas de redução regularmente à comunidade?			
<input type="checkbox"/> Nem um pouco <input type="checkbox"/> Até certo ponto <input type="checkbox"/> Sim, mas não em todos os casos <input type="checkbox"/> Atende todos os casos			
<input type="checkbox"/> Não sei			
3º PASSO - PERCEPÇÃO			
Considera que está em uma área de risco? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não. Por quê? _____			
Sente-se seguro quando ocorrem chuvas intensas? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não. Por quê? _____			
Já encontrou rachaduras em sua residência? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não. Largura: _____ cm			
Você tem plantação na barreira? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Qual? _____			

Fonte: Autora

Figura 59 – B - Ficha de Mapeamento Participativo das áreas de risco a escorregamentos (página 2).

Qual a finalidade da sua plantação? _____

Já encontrou árvores inclinadas onde mora? Sim Não.

Por qual motivo você acredita que ocorrem as rachaduras e/ou árvores inclinadas? _____

Por qual motivo acredita que ocorre deslizamento de barreira? _____

Acredita que os moradores possam causar deslizamentos? Sim Não. Como? _____

Para onde é despejado o seu cano de esgoto? _____

Em qual dessas imagens há uma maior proximidade em relação à inclinação da sua barreira?

• Acima:



• Abaixo:



Ilustração: Eliasibe Pereira Bezerra

4º PASSO – RESILIÊNCIA DA COMUNIDADE

Já ocorreu alguma ação preventiva de risco na comunidade? Sim Não. Qual? _____

Você participou? Sim Não. Como? _____

Há líderes comunitário? _____

Qual o progresso da comunidade ao enfrentar os deslizamentos? É restrito ao governo ou a comunidade encontra-se no processo?

Nem um pouco Até certo ponto Sim, mas não em todos os casos Atende todos os casos

Não sei

Os líderes locais (estatais/ não estatais) discutem, compartilham e analisam informações sobre riscos de desastres?

Nem um pouco Até certo ponto Sim, mas não em todos os casos Atende todos os casos

Não sei

Existem parcerias entre comunidades, setor privado e autoridades locais?

Nem um pouco Até certo ponto Sim, mas não em todos os casos Atende todos os casos

Não sei

Como você avalia a capacidade da comunidade enfrentar sozinho os problemas ocasionados pelos deslizamentos?

Fonte: Autora.

Figura 59 – C - Ficha de Mapeamento Participativo das áreas de risco a escorregamentos (página 3).

5º PASSO - DIAGNÓSTICO (Grau de Risco)	
<input type="checkbox"/> Risco Baixo	Não há risco da barreira cair e possui obras de contenção
<input type="checkbox"/> Risco Médio	Possibilidade da barreira cair e atingir algumas moradias
<input type="checkbox"/> Risco Alto	Evidência da barreira cair, sendo preciso a população ficar de sobreaviso
<input type="checkbox"/> Risco Muito Alto	Barreira pode cair a qualquer momento, sendo necessária a interdição imediata do local
Por que você considera esse risco? _____	
6º PASSO - MEDIDAS PARA PREVENÇÃO DO RISCO	
O que os órgãos públicos podem fazer prevenir os deslizamentos? _____	
O que os moradores podem fazer para prevenir os deslizamentos? _____	
7º PASSO - MEDIDAS DE EMERGÊNCIA	
Quais medidas são tomadas por parte dos moradores em caso de deslizamento? Exite algum ponto de apoio, abrigo ou rota de fuga? _____	
Os moradores tem acesso ao Plano de Contingência do Município? _____	
Quando ocorrem casos de deslizamentos até que ponto os recursos fornecidos pelo governo atendem a população? _____	
8º Passo – Avaliação do entrevistador	
Grau de inclinação da encosta? _____	
Qual o risco? _____	
Houve concordância? _____	
Observações: _____	

Fonte: Autora.

5.3.2 Graus de Risco Classificados pela População Local

5.3.2.1 Setor de Risco – R1

Apenas um único setor foi classificado como R1 (setor 3). Nele foram observadas as seguintes características: presença de obras de estrutura de contenção de encostas (ex.: muros de arrimo, tela grama armada, muro de gabião); ruas asfaltadas; casas construídas muito próximas umas das outras, encostas densamente povoadas (Figura 60); e muita identidade com o lugar, visto que 66,6% dos residentes moram a mais de 15 anos. Devido esse longo período de moradia, boa parte dos moradores já havia presenciado a ocorrência de escorregamentos pretéritos, com destruição parcial e total de moradias.

Na avaliação da memória acerca do histórico de escorregamentos, 89 % dos moradores já haviam presenciado esse tipo de evento, que em sua maioria interferiu nas moradias (perdas materiais). Em relação ao monitoramento de esferas públicas para a redução do risco 66,7% afirmaram não haver, 22,2% indicaram baixo monitoramento e, apenas, 11,1% concluíram que existe monitoramento, ainda que em casos pontuais. A princípio, o monitoramento ocorre nos locais com maior incidência de escorregamentos. Das informações e medidas paliativas de risco, 44,4% dos moradores afirmaram não haver, 33,3% parcialmente e 22,3% em casos pontuais.

O monitoramento indicado pelos moradores refere-se à colocação de lonas em períodos chuvosos. Especificamente nesse setor, beneficiado com obra de infraestrutura, foi destacado a presença de comunicação de informações de risco no local, por meio das obras instaladas, pois os mesmos conseguem observar as mudanças na convivência com o risco a partir da infraestrutura, salienta-se que essas informações destacadas nas entrevistas não são realizadas de maneira formal (ex.: palestras, documentos como cartilhas ou reuniões com os moradores) são realizadas por meio de conversas na construção da obra. Nesse contexto, ao avaliarem a comunicação e o compartilhamento de informações sobre risco de desastres por meio de líderes locais (esferas públicas), cerca de 77,8% afirmaram ausência, 11,1% indicaram que existe mas a mesma não é igualmente aplicada e 11,1% apontaram que é satisfatória.

Figura 60: Setor 3 classificado como R1, com rua calçada, densamente ocupada e casas posicionadas para encosta menos declivosa, além disso é possível observar a drenagem exposta.



Fonte: Autora (2021).

Quanto ao questionamento de residirem em uma área de risco, 44,6% afirmaram que habitam e os demais (55,6 %) não se consideram habitantes de áreas de risco, indicando que a maioria deste setor não se percebe em uma área de risco. Com relação à deflagração de escorregamentos, 44,6% indicaram a chuva como principal fator condicionante. Alguns acrescentaram a irregularidade das moradias e que as mesmas não deveriam ter sido construídas naquela área. Nas moradias avaliadas, 55,6% não possuem cultivos nas encostas e os que possuem afirmam usá-las como subsistência (ex. bananeiras, coqueiros e árvores frutíferas de pequeno porte – acerola e pitanga).

Todas as moradias avaliadas são de alvenaria. Ressalta-se que uma delas foi reconstruída pela própria Defesa Civil (programa parceria), visto que parte da mesma cedeu devido à proximidade com a encosta. No entanto, deve-se observar que tal moradia ainda permanece em risco, uma vez que não foi beneficiada por obra de contenção (Figura 61).

Figura 61: Casa reconstruída pela Defesa Civil com estrutura de blocos de concreto, onde é percebida uma intervenção pelos moradores para aumentar a casa devido à mudança de material em tijolo.



Fonte: Autora (2021).

Cerca de 66,6% das residências não apresentaram trincas nas moradias e nos terrenos (algumas passaram por reformas eliminando-as). Em relação à inclinação de árvores nas encostas devido à obra de contenção, 33,3% não possuíam e 44,4% afirmaram ter observado árvores inclinadas. Dessa forma, a instabilização do terreno, nesse setor, apresenta movimentação de baixa velocidade e foi classificada, conforme Augusto Filho (1992), como rastejo (identificadas pelas árvores tortuosas, muros embarrigados e trincas no terreno e moradias). Assim, esse setor possui indícios de movimentação e teve seu risco minimizado pela população.

Aproximadamente 88,9% indicaram que há influência dos moradores como efeito deflagrador dos escorregamentos (fatores condicionantes antrópicos). Alguns afirmaram que a responsabilidade é da esfera governamental devido ausência de saneamento básico adequado, despejo de lixo diretamente na encosta, falta de orientação aos moradores, retirada da vegetação, habitações construídas em terrenos impróprios, e falta de atenção adequada aos moradores.

Em relação às ações resilientes, 66,6% dos entrevistados afirmam ausência de ações preventivas. Estas são restritas a iniciativas da Defesa Civil, principalmente, no período do inverno, e há baixa participação da comunidade nos projetos desenvolvidos. Nesse contexto, afirmaram inexistência de um líder comunitário no setor, bem como, de uma associação de moradores. No progresso de enfrentamento aos escorregamentos, 66,6% afirmaram nenhuma melhoria, 22,2% até certo ponto e 11,2% apenas ações pontuais. Na parceria entre comunidade, setor privado e autoridades locais, 88,9% afirmam ausência e 11,1% reconheceram sua presença, todavia não atingem todas as moradias.

Ainda em relação ao potencial de resiliência, ou seja, de resistirem no local mesmo diante de situações adversas, a maioria dos moradores entende que são resilientes. A minoria afirmou ausência de resiliência, principalmente, quando há acidentes mais graves e ocorrência de escorregamentos nas encostas mais íngremes. Contudo, crises financeiras e falta de redes familiares obrigam a maioria das famílias a retornarem para locais de risco.

Em linhas gerais, durante os primeiros passos das entrevistas, referentes às características dos residentes do imóvel (1º passo), memória (2º passo) e percepção (3º passo), os relatos apresentaram verossimilhança com a realidade do local, tal como, históricos de escorregamentos; insatisfação com a falta de auxílio de esferas governamentais; insegurança em permanecer no local durante dias chuvosos; falta de esclarecimento para a população, entre outros. Estas respostas foram relevantes, pois demonstraram a consciência dos participantes em analisar o risco ao qual estavam inseridos.

Com relação às medidas de prevenção, muitos responderam que as mesmas são de responsabilidade dos órgãos públicos (ex. colocação de obras de infraestrutura e medidas paliativas como lonas), essa colocação do governo com uma das únicas soluções advém de uma certa cultura paternalista, mas que de maneira geral é um dos únicos recursos que se tem para infraestrutura urbana. Além disso, apontaram a necessidade de palestras de sensibilização (práticas de educação ambiental).

No que compete aos moradores, os mesmos indicaram como alternativas o não lançamento de lixo e entulho diretamente nas encostas; ausência de cortes e de aterros irregulares; realização de obras de infraestrutura como muros de arrimo, bem como, sistema de esgoto e drenagem, entre outros. Porém, alguns moradores não apontaram a

necessidade de colaborar com ações que podem amenizar o risco. Além disso, alguns não conseguiram compreender o seu papel preventivo a acidentes e não conseguiram responder este questionamento, por falta de conhecimento.

Das medidas emergenciais durante um desastre, foi possível identificar alguns posicionamentos dos moradores, tais como, ajudas mútuas entre vizinhos, seja para refeições, oferecer abrigo, retirada de entulhos e solicitar mudanças e posicionamento às Defesas Cíveis e demais esferas governamentais.

Na avaliação do risco pelo entrevistador (8º passo), percebeu-se a amenização do grau de risco a este setor. Uma possível explicação para esse fato é a resiliência em conviver com o risco iminente, proporcionando a aceitação e a suavização do mesmo. No qual também pode ser mencionado o medo da remoção, que ainda é uma medida de mitigação bastante realizada com pouca comunicação com os envolvidos que acabam sendo retirados de forma arbitrária. Além disso, em alguns casos, a falta de percepção do local de vivência influenciou a classificação, sobretudo, pelo grau de identidade apresentado pelos moradores. Dessa forma, a existência de uma obra de contenção diminuiu o grau de risco por parte da comunidade.

No entanto, ressalta-se que havia moradias em uma situação de risco maior e que as mesmas não possuíam medidas mitigatórias definitivas, interferindo na avaliação final do grau de risco pelo especialista, classificando-o como R2. Na obra de contenção foram observadas águas servidas diretamente na encosta, bem como, a identificação de extratos vegetais e matéria orgânica que a danificam e revelam problemas de monitoramento (Figura 62).

Figura 62: Setor de risco classificado como R1 (setor 3) pelo mapeamento participativo, localizado na rua Ceará, Bairro dos Estados – Camaragibe, com a presença de obra de contenção e extratos vegetais e matéria orgânica devido ao lançamento de águas servidas diretamente na encosta.



Fonte: Autora (2021).

5.3.2.2 Setores de Risco - R2

Os setores classificados como R2 (1, 2, 4 e 6) apresentaram padrão construtivo de alvenaria, com diferentes formas de pavimentação nas ruas. Os setores 2 e 6, respectivamente a Rua Paraná e a Rua Quinze de Novembro, estavam pavimentados e o setor 4 possui como via de acesso uma escadaria (Rua Amélia) (Figura 63 e Figura 64). O setor 1 (Rua Mato Grosso) não era pavimentado e apresentou processos erosivos.

Os moradores já presenciaram escorregamentos, alguns com perda parcial de suas residências e outros com destruição total. Foram indicadas intervenções da Defesa Civil municipal, mas com relação ao monitoramento preventivo de risco, o mesmo ainda é incipiente. De acordo com os moradores, 66,7% afirmaram ausência, 15,5% até certo ponto, 11,1% presença, mas não em todos os casos, e 6,7% não souberam responder. No quesito informações sobre o risco, 73,3% dos entrevistados não recebem, 15,5% até certo ponto, 11,1% sim, mas não em todos os casos e 2,2% não souberam responder.

Nesse cenário, 62,2% consideraram a área de residência como de risco. No tocante a deflagração dos escorregamentos, a maioria respondeu que os principais

fatores desencadeantes são: os índices de chuva (fator condicionante pluviométrico); formas de ocupação e acúmulo de lixo (pressões antropogênicas). Dessa forma, 68,9% responderam não sentirem segurança quando ocorrem em eventos pluviométricos intensos. Os cultivos nas encostas são para subsistência para 22,2% dos moradores destes setores, tais como, bananeiras, mangueiras, coco e azeitonas.

Verificou-se a presença de uma infraestrutura satisfatória em grande parte da área, bem como, 83% dos esgotos são canalizados. No entanto, apresentaram indícios de instabilidade, tais como, trincas nas moradias e nos muros em 51% das residências. Em relação às inclinações das árvores, 87,2% dos moradores não a observaram.

Ao serem questionados sobre a influência dos moradores em deflagrar escorregamentos, 88,9% afirmaram ter influência da comunidade a partir do lançamento de lixo diretamente na encosta, plantações inadequadas (ex. bananeiras) e cortes nas encostas para ocupações irregulares. Os moradores relataram que as encostas dos setores encontram-se inclinadas a 60°.

Figura 63: Rua Paraná (setor 2). **(A)** Rua calçada com moradias localizadas em encostas suaves. **(B)** Canaleta de água pluvial aberta com canos de esgotos das residências despejados diretamente na encosta.



Fonte: Autora (2021).

Figura 64: Rua Quinze de Novembro (setor 6). **(A)** Vista panorâmica do setor. **(B)** Obra de contenção com revestimento de gramíneas, realizado pelo próprio morador.



Fonte: Autora (2021).

Cerca de 26,7% dos entrevistados indicaram ações preventivas, tais como, colocação de lonas e limpeza das canaletas, contudo, sem participação dos moradores. Dessa forma, a presença de líderes comunitários foi relatada como incipiente, pois 93,3% dos entrevistados afirmaram não haver.

No progresso de enfrentamento ao risco ao longo dos anos, 62,2% afirmam ausência, 31,1% até certo ponto e 6,7% presença, mas não em todos os casos. Apenas 2,2% dos entrevistados indicaram envolvimento de líderes comunitários e 95,5% afirmaram ausência de parcerias.

A maior parte dos moradores relatou individualidade na capacidade da comunidade de enfrentar situações adversas. Sobre esse dado vale considerar o que, Canil *et al.* (2020) comentam que diante da alta vulnerabilidade, da falta de recursos para o enfrentamento de situações de infraestrutura, da falta de apoio político e a desorganização do Estado demonstraram a incapacidade para enfrentar essas situações, necessitando de ajuda externa.

As análises realizadas pelos entrevistados foram bastante semelhantes à situação do risco R1 (amenização do grau de risco). No entanto, muitas perguntas foram respondidas de forma coerente com as evidências levantadas. Uma situação relevante nesses setores foi à pró-atividade por parte dos moradores em propor soluções voltadas à sensibilização da comunidade, além dos mesmos se organizarem para tal. Assim, dos quatro setores avaliados como R2, em apenas um, novamente, houve concordância com o grau participativo atribuído, na Rua Paraná (Setor 2).

Com relação às medidas de prevenção do risco, as proposições aos órgãos públicos foram voltadas a obras de infraestrutura com construção de escadarias, muros de arrimo, saneamento básico, reposição de lonas e corte de árvores de grande porte. Por parte dos moradores, foi proposto o não despejo de lixo e de esgoto nas encostas; conscientização; ausência de cortes nas encostas; solicitação de ajuda nas obras de menor porte; corte de árvores de grande porte; e cobrança de obras e de fiscalização.

Quanto às medidas emergenciais, foi apontado, principalmente, o abandono da área quando em situações adversas. A união entre os moradores foi relatada, mas muitos afirmaram que não podem fazer nada. Em relação aos recursos fornecidos para situações de desastres, foram citados os abrigos, cestas básicas, auxílio aluguel, entre outros. Destaca-se que os moradores afirmaram haver esse tipo de recurso somente quando os acidentes são muito críticos e envolvem situações de óbito.

Nos setores R2, foi observado que em alguns havia elementos que denotam grau de risco maior que R2. Por exemplo, no setor 1 (Rua Mato Grosso) a avaliação do risco foi amenizada devido à obra de contenção realizada pela Defesa Civil do Recife (Figura 65). A mesma favoreceu os moradores do bairro dos Estados, deveria ser continuada pela prefeitura de Camaragibe, mas não foi efetivada. Diante disso, os relatos mostraram insegurança dos moradores devido à mesma apresentar sinais de movimentação, tais como, trincas, rachaduras e deslocamento do muro de gabião (Figura 65).

No setor 2 (Rua Paraná), houve concordância entre o grau participativo e o técnico. Para o setor 4 (Rua Amélia), o grau de risco foi amenizado pelos moradores, pois havia obras de muro de arrimo e escadaria hidráulica. Contudo, em alguns pontos do setor há necessidade de construção de novos muros de arrimo, por isso, foi classificado com grau de risco técnico R3 (Figura 66). No setor 6 (Rua Quinze de Novembro) houve uma discordância maior com grau participativo (classificado como R2) e técnico (R4), devido a muros e moradias com trincas extensas, indicando movimentação da encosta (Figura 67). No entanto, a falta de conhecimento em relação às áreas de risco e o receio de remoção das moradias pela Defesa Civil os conduziram a essa avaliação de risco.

Figura 65: Rua Mato Grosso (setor 1). **(A)** Obra de contenção (muro de arrimo e gabião) na divisa municipal entre Recife e Camaragibe. **(B)** Residência em encosta declivosa, sem obras de infraestrutura e cultivo de bananeiras. **(C)** Parte da obra não finalizada pela prefeitura de Camaragibe.



Fonte: (A) Defesa Civil do Recife (2020), (B) Autora (2021), (C) Autora (2021).

Figura 66: Rua Amélia (setor 4). **(A)** Vista panorâmica do setor com muros de arrimo e escadaria hidráulica, mas ainda com obras paliativas pontuais, como colocação de lonas. **(B)** Moradia localizada à esquerda da escadaria com revestimento de gramíneas sem manutenção e lonas desgastadas na encosta.



Fonte: Autora (2021).

Figura 67: Rua Quinze de Novembro (setor 6), avaliação periódica. **(A)** Trinca extensa, indicando movimentação da encosta em rastejo, em março de 2021. **(B)** Deflagração de processo de escorregamento ocorrido em novembro de 2021.



Fonte: Autora (2021).

5.3.2.3 Setor de Risco - R3

Novamente, apenas um único setor foi classificado como R3 (setor 7). Os moradores já residiam há mais de 25 anos e todos já presenciaram a perda de imóveis (total e parcial), com presença de vítimas fatais em função de escorregamentos. O setor foi classificado como de risco alto e as chuvas novamente foram relatadas como o principal fator deflagrador, bem como, a influência dos moradores pelo lançamento de lixo e despejo de esgoto nas encostas.

Este setor localiza-se em encostas muito declivosas (Figura 68), cujo padrão construtivo predominante é de alvenaria. Cerca de 37,5% dos moradores afirmaram ausência de monitoramentos realizados por esferas governamentais. Ainda nesse tocante, 62,5% dos entrevistados indicaram falta de acesso a informações e comunicação de risco.

Na percepção dos moradores, 75% deles afirmaram residir em uma área de risco e 87,5% não sentem segurança em dias de grande precipitação. Nas encostas, 37,5% dos moradores plantavam bananeiras, coco, acerola, abacate e macaxeira. Com relação aos fatores condicionantes, destacaram-se a falta de infraestrutura, de atenção pública, de fiscalização, de manutenção, além das causas naturais, como a chuva. O grau de inclinação da encosta destacado pelos moradores foi de 60°.

Figura 68: Encosta declivosa, com cortes no talude para construção de moradias.



Fonte: Autora (2021).

Diferentemente da classificação R2, cerca de 87,5% dos moradores identificaram trincas nas residências, devido ao “peso da encosta”, águas servidas lançadas na encosta e intensa pluviometria. Com relação às árvores inclinadas, 75% dos moradores não observaram tais características.

Nas ações de prevenção realizadas pela própria comunidade, 25% afirmaram já ter ocorrido e participado, tais como, melhoria de rede hidráulica (escadaria) (Figura 69). Em relação à resiliência por parte da comunidade, os moradores destes setores agem diante de situações adversas, mas apontaram pouca contribuição de esferas governamentais.

Observou-se disponibilidade dos moradores em permanecerem no local, sobretudo quando há concessão de material de construção civil para realização de obras de pequeno porte pelos próprios moradores, como intervenção na drenagem, construção de fossas, reparos em calçadas, entre outras ações. Esse projeto vem sendo realizado pela prefeitura do Recife desde 2013 (intitulado “Programa Parceria”) com fornecimento de material e acompanhamento técnico, enquanto os próprios moradores participam com mão-de-obra.

Nesses setores, a avaliação realizada pelos moradores concorda com o grau de risco sugerido pela técnica/pesquisadora classificado como risco alto (R3). Há falta de manutenção nas obras e escadaria hidráulica, moradias localizadas em encostas declivosas, que não respeitam o limite de segurança de distanciamento, e incidência de movimentação (como rastejo) percebidos por meio de trincas e rachaduras no terreno e nas residências.

Como medidas preventivas ao risco por parte de esferas governamentais foram sugeridas a fiscalização e a manutenção de obras (ex.: escadaria, canalização do escoamento), o monitoramento das áreas de risco, a divulgação de informações, a limpeza de escada hidráulica e encostas, e o reforço de todas as medidas de prevenção durante o período de inverno.

Das medidas emergenciais a serem tomadas pelos moradores, destacaram-se: abandono da área, abrigo com vizinhos, acionamento de órgãos especializados em casos de desastres, tais como, Defesa Civil e Corpo de Bombeiros e execução de um Plano de Contingência com acesso à população. Dos recursos fornecidos, a maior parte dos moradores afirmou não ter ou não souberam informar. Alguns mencionaram a necessidade de auxílio aluguel, abrigos, doação de alimentos e lonas plásticas.

Setores classificados como risco alto (R3) foram mapeados pela CPRM (2018), para o Bairro dos Estados, com abordagem técnica cuja classificação foi de dois setores de risco. Em um deles, observou-se a relação com os parâmetros geotécnicos de risco, a amplitude da encosta subvertical próxima dos 20 m, sendo composta por rochas sedimentares da Formação Barreiras. Outro aspecto que contribuiu para o diagnóstico, foram as cicatrizes de escorregamentos com processos de erosão ativa ao longo das feições. A influência antrópica é percebida na construção das residências, das quais, há cortes no terço médio das encostas, com moradias junto à crista e ao sopé. O setor é composto por 20 imóveis que abrigam 80 pessoas (CPRM, 2018).

No outro setor catalogado pela CPRM (2018), Rua Sítio Areinha, apresentou moradias construídas junto à crista das encostas com curvaturas côncavas. Autores como Valeriano (2003) destacam que a forma côncava concentra a maior quantidade de água e mais rápida elevação de pressão, durante o período de chuvas. No local, também foram identificadas cicatrizes de escorregamentos ao longo da encosta, com reentrâncias na conformação geométrica que indicam movimentos profundos. Sant Ana *et al.* (2020) afirmam que o reconhecimento e o entendimento das cicatrizes de escorregamentos favorecem a previsão dos processos, neste caso, a minimização de ações negativas para 80 pessoas em 20 residências (CPRM, 2018).

Figura 69: Rua Moreira Sales (setor 7). **A-** Visão panorâmica do setor, com áreas mais planas no início da rua (em períodos chuvosos devido à falta de drenagem têm suas casas alagadas) e nas áreas mais declivosas o acesso é por meio de escadaria. **B-** Escadaria de acesso para o setor com falta de manutenção.



Fonte: Autora (2021).

5.3.2.4 Setor de Risco - R4

No setor avaliado como R4, os entrevistados moravam há mais de 30 anos no local, todos já presenciaram escorregamentos e se consideravam em áreas de risco. Cerca de 55,6% dos moradores indicaram ausência de monitoramento das mesmas pelas esferas governamentais e 33,3% relataram ausência de informações e de comunicação das áreas de risco.

Na percepção dos moradores, a área é caracterizada por moradias próximas das encostas, mas que em função de suas condições financeiras, permanecem no local. Nos episódios de chuvas intensas, 66,6% não se sentem seguros. Aproximadamente 33,4% cultivavam bananeiras, acerola, cana-de-açúcar para subsistência, além da presença de vegetação de pequeno porte e gramíneas.

O padrão construtivo do setor é majoritariamente de alvenaria (77,8% das moradias) e 22,2% são mista (alvenaria e madeira). Ademais, 66,6% dos residentes observaram trincas (moradia/terreno) e 55,5% árvores inclinadas nas encostas (sinais de rastejo).

Os moradores apontaram a pluviometria, o processo de infiltração, a saturação de encostas, seu grau de declividade e o tipo de solo como causas das trincas e da inclinação das árvores. Ressalta-se que alguns moradores não souberam responder essa questão. Os escorregamentos foram relacionados com concentração de lixo e de detritos, ausência de obras corretivas e de saneamento básico (esgoto e água pluvial), falta de monitoramento, moradias irregulares precariamente instaladas e práticas perigosas utilizadas pela própria comunidade. Assim, 88,9% dos moradores observam-se responsáveis pela ocorrência dos processos (pressões antropogênicas).

Das medidas preventivas de responsabilidade dos órgãos públicos destaca-se a efetivação de obras de infraestrutura e de responsabilidade dos moradores, o não lançamento de lixo em locais impróprios. Essas ações foram evidenciadas pelo setor público com intervenções com obras de infraestrutura e colocação de lonas plásticas, indicadas por 44,4% dos moradores, com participação de 33,3% dos residentes.

Apenas 33,3% dos moradores afirmaram a presença de líderes comunitários e de uma antiga Associação de Moradores (hoje substituída por um colégio municipal), que comprometeu o diálogo da comunidade sobre os problemas da área. Salienta-se que o

Plano de Contingência Municipal de 2013 previa a organização do NUDEC – Jovem com locais de encontro nesta escola.

No progresso de enfrentamento aos riscos, 33,3% dos moradores afirmaram ausência e 66,7% até certo ponto, sobretudo, na interação entre os líderes locais e a comunidade no compartilhamento de informações. Com relação ao diálogo com a comunidade, 66,7% afirmaram ausência, indicando, novamente um cenário preocupante quanto à informação e à comunicação. Nesse cenário, os moradores afirmaram que nunca ocorreram na área programas de parceria entre a comunidade, as autoridades locais e o setor privado.

No enfrentamento da comunidade com os escorregamentos, é comum o relato de retorno à moradia, mesmo após um evento catastrófico, devido questões financeiras. Os mesmos afirmaram que só deixam de retornar quando suas residências são interditadas pela Defesa Civil, sob estado muito crítico e perigoso.

O histórico de ocorrências vivenciadas pelos moradores e suas percepções durante o diagnóstico do grau de risco, foram coerentes com as evidências de perigo, uma vez que muitas moradias encontravam-se interditadas pela Defesa Civil (Figura 70). Salienta-se que ocorreu recentemente, neste setor, um acidente (com vítimas) aumentando a sensação de insegurança e de risco aos moradores.

Na prevenção de risco pelos órgãos públicos, os moradores novamente citaram a necessidade de obras de infraestrutura, isto é, muros de arrimo, tela grama armada, construção de escadarias hidráulicas, assim como, medidas paliativas (lonas). Medidas mitigatórias não estruturais que busquem a sensibilização dos próprios residentes a cuidarem do local e se mantiverem informadas em relação ao risco também foram indicadas. A presença de lixo e detritos e as responsabilidades de esferas governamentais também foram citadas.

Quanto ao posicionamento dos moradores acerca de medidas emergências, os mesmos indicaram solidariedade no auxílio à retirada de entulhos em casas atingidas por escorregamentos, bem como, pró-atividade das Defesas Civis no cadastro destas áreas.

Figura 70: Uma das casas interditadas pela Defesa Civil, com a marcação indicada na parede em vermelho, onde é observado encosta com processo erosivo e colocação de lonas plásticas já em processo de degradação.

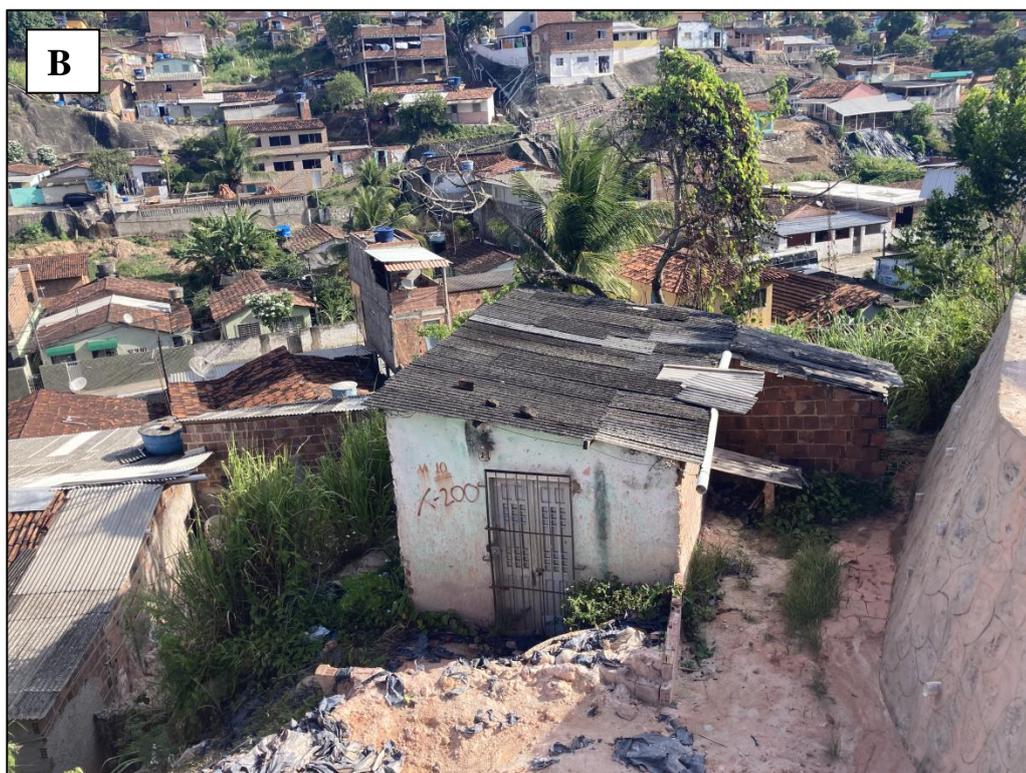


Fonte: Autora (2021).

Este setor apresentou histórico de destruição de moradias e perdas parciais; processos pretéritos de movimentos de massa com bloqueio de vias; constantes cortes com moradias construídas muito próximas às encostas (a jusante e a montante); vegetação irregular (cultivo de bananeiras); tipologias de construção mista; vias não pavimentadas; água servida lançada diretamente na encosta, bem como, entulhos e rachaduras/trincas (Figura 71). Dessa forma, em face de tais características, houve uma concordância entre o grau atribuído de forma participativa e o grau técnico.

Na pesquisa realizada pela CPRM (2018) para os setores classificados como R4, próximos e com o mesmo contexto dos setores avaliados pelo mapeamento participativo houve concordância com a indicação de risco. Os aspectos físicos foram semelhantes aos selecionados para a abordagem participativa, cujas moradias foram construídas junto às encostas com cortes subverticais entre 10 m e 15 m e solos residuais provenientes de rochas sedimentares da Formação Barreiras (CPRM, 2018). Aproximadamente 100 imóveis da área, que abrigavam 400 pessoas, foram atingidos pelos processos geotécnicos de escorregamentos planares (CPRM, 2018).

Figura 71: Rua Amendolândia (Setor 5). **A** – Vista panorâmica do setor 5, onde observa-se ausência de obras de infraestrutura em terrenos declivosos. **B** – Casa interditada pela Defesa Civil, com medidas paliativas (lonas) e muros de arrimo.

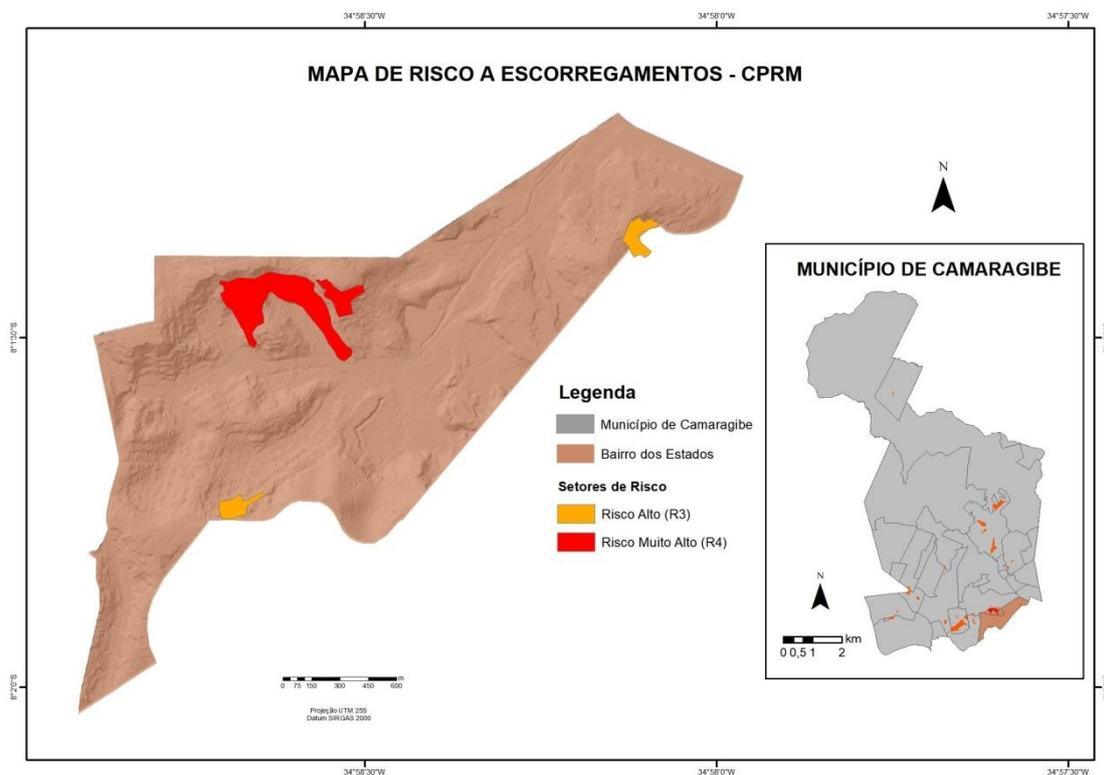


Fonte: Autora (2021).

Cabe ressaltar que no mapeamento participativo realizado nesta pesquisa, apenas 1 dos 7 setores, foi diagnosticado pelos moradores como área de risco muito alto (R4) (Figura 72). Os setores 5 (R4) e 1 (R2) do participativo estão próximos aos catalogados pela CPRM, o setor 5 coincide a indicação do grau de risco e no setor 1 não irá coincidir, tendo sua indicação classificada como R2 pelos moradores, porém no ano em que foi realizado o mapeamento técnico ainda não tinha sido concluída a obra de infraestrutura no setor, algo que pode ter interferido na classificação realizada junto a comunidade que se sente mais segura atualmente.

Salienta-se que exatamente em um dos setores selecionados pelo mapeamento da CPRM (2018) houve uma intercorrência com a morte de sete pessoas, em um evento de pluviometria intensa em 14 de junho de 2019.

Figura 72: Setores de risco classificados pelo mapeamento técnico da CPRM salienta-se que os limites do Bairro dos Estados foram extrapolados para esse mapeamento.



Fonte: Base de dados CPRM (2018).

5.3.2.5 Análise comparativa de grau de risco (abordagem participativa e grau técnica)

Na análise comparativa entre graus de risco por diagnóstico participativo e por análise técnica (atribuído pela pesquisadora durante os mapeamentos) verificou-se que em três setores (2, 4 e 5) houve concordância e em quatro (1, 3, 6 e 7) houve discordância entre os resultados (Tabela 13). Na classificação participativa alguns elementos não foram mencionados pelos moradores, que, muito provavelmente, seriam considerados pela análise técnica de especialistas.

Nesse sentido, elementos responsáveis pela elevação do risco, tais como, solo exposto em encostas declivosas, cultivo de bananeiras, trincas e fissuras (moradia e terreno), cortes e aterros mal executados tecnicamente, histórico de escorregamentos, entre outros, algumas vezes não foram indicados pela comunidade. Essa situação reflete que a prática de percepção de risco, acesso à informação e comunicação, ações contínuas de treinamento e de formação continuada devem ser recorrentemente mantidas e aperfeiçoadas com a comunidade, visando-se, uma ação resiliente favorável.

Nesse contexto, foi realizada uma análise comparativa (grau participativo atribuído pela população e grau técnico abordado pela autora, representando a figura do especialista - Geógrafo) conforme a Tabela 5.5.

Tabela 13: Comparação entre o grau de risco participativo e técnico, no qual alguns graus de risco foram discordantes nas duas análises.

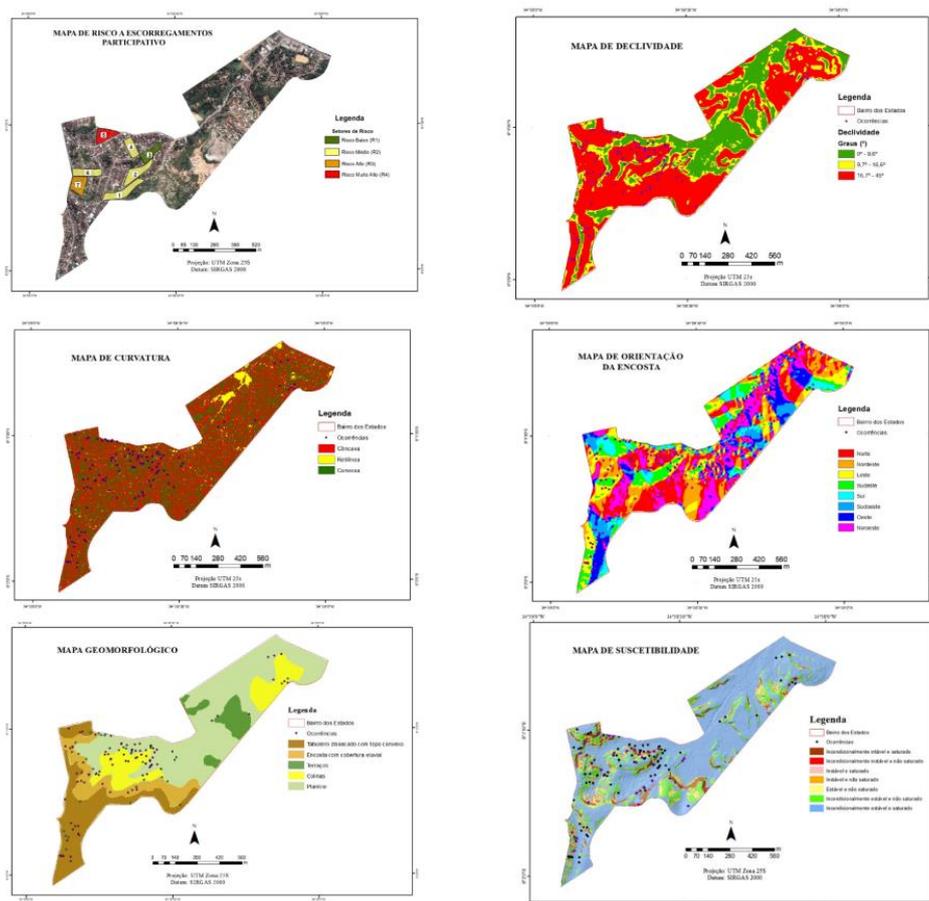
Setores	Grau Participativo	Grau Técnico
01- Rua Mato Grosso	R2	R4
02- Rua Paraná	R2	R2
03- Rua Ceará	R1	R2
04- Rua Amélia	R2	R3
05- Rua Amendolândia	R4	R4
06- Rua Quinze de Novembro	R2	R4
07- Rua Moreira Sales	R3	R3

5.4 ANÁLISE COMPARATIVA E MODELO MITIGATÓRIO ESTRUTURAL E NÃO ESTRUTURAL

Com base nas avaliações dos setores por diferentes abordagens metodológicas (parâmetros topográficos/geomorfológicos, cenário de suscetibilidade/modelo SHASLTAB, vulnerabilidade e risco participativo), verificou-se a necessidade de ações mitigatórias estruturais e não estruturais para os mesmos, especialmente naqueles de maior grau de risco.

Primeiramente, em uma análise comparativa, os setores de risco R3 e R4 encontram-se em classes de declividade alta ($16,7^\circ$ - 45°), com curvaturas côncavas e convexas, orientadas para leste e sudeste. Encontram-se geomorfologicamente nas unidades de relevo de tabuleiros dissecados e encostas com cobertura eluvial. Ademais, localizam-se, em relação ao modelo SHALSTAB, em classes incondicionalmente estável não saturado e saturado, além de incondicionalmente instável e saturado (Figura 73). Essas características encontradas principalmente nos setores de risco classificados como muito alto (R4) e alto (R3), implicam na maior suscetibilidade da área para o desenvolvimento de processos de escorregamentos.

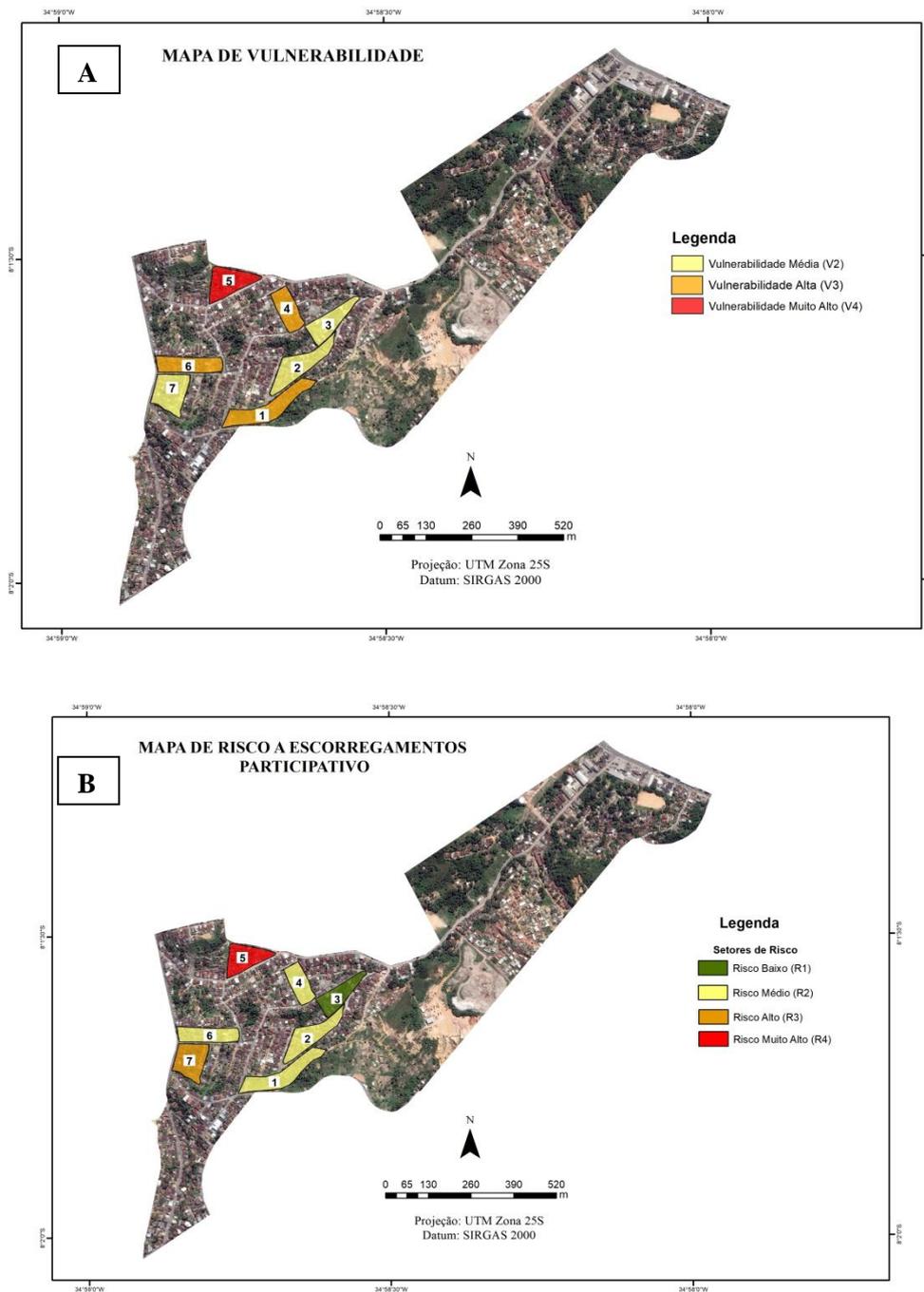
Figura 73: Análise comparativa dos parâmetros físicos do relevo (declividade, curvatura, orientação da encosta e geomorfológico).



Fonte: Elaborado pela autora, com base de dados Base de dados - Pernambuco (2018), Santos (2020) e Xavier (2020).

Com relação à vulnerabilidade, os setores mais críticos (V3 e V4) localizaram-se no de setor 5 classificado com a vulnerabilidade e risco muito altos (Figura 74). Nos setores 1, 4 e 6 a classificação de vulnerabilidade alta e o setor 3 (vulnerabilidade média), não foi equivalente à classificação de risco participativa, com a divergência no resultado é possível identificar os fatores relacionados à minimização do através da identidade com o local e convivência com o risco naturalizando algumas evidências. O setor 2 também teve o resultado equivalente, com classificação de risco e vulnerabilidade média. Já o setor 7, teve a classificação de vulnerabilidade média e de risco alta, pode ser observado que algumas características como calçamento da rua, abastecimento de água, coleta de esgoto, padrão construtivo de moradias e residentes com a predominância de adultos, para se enquadrar em uma vulnerabilidade média.

Figura 74: Comparação entre mapas de vulnerabilidade (A) e de risco (B).



Fonte: Autora (2021).

Diante disso, o quadro de ações proposto nesta pesquisa busca atender as quatro prioridades baseadas no Marco de Sendai, em relação à compreensão do risco, ao fortalecimento da governança do mesmo para o seu gerenciamento em caso de desastres, ao investimento na sua redução para a resiliência e na melhoria na preparação a desastres (Quadro 9 e Quadro 10).

Na **compreensão do risco de desastres** a avaliação do mesmo (pré-desastres) pode ocorrer por meio da aplicação da ficha de risco participativa a escorregamentos. Nela, são mensurados os principais riscos identificados nos setores em uma escala de detalhe promovida pela contribuição da comunidade (mapas comunitários), que realizaram a leitura do espaço no qual estão inseridos, classificando o grau de prioridade de ação. Dessa forma, o setor com maior prioridade de ação foi o setor 5 (R4) , mediante avaliação dos próprios moradores e da avaliação técnica, pois há necessidade de obras de infraestrutura e já existem no local moradias interditadas pela Defesa Civil municipal, além de outros indícios de movimentação e práticas perigosas.

O **fortalecimento da governança e o gerenciamento do risco de desastres** pôde ser avaliado por meio das fichas de vulnerabilidade física e social, que visaram identificar as áreas mais vulneráveis. Estas possuem intensa intervenção antropogênica e auxiliam na avaliação da resiliência local, principalmente, na área de estudo.

O **investimento na redução do risco de desastres para resiliência** necessita de ações, tais como, obras de infraestrutura que promovam maior segurança aos residentes e medidas não estruturais que possibilitem conhecimento, acesso à informação, comunicação e leitura do espaço. Nesse viés, foi realizada uma palestra intitulada “*Análise de Mapeamentos Técnicos e Participativos de Áreas de riscos a escorregamentos em Camaragibe-PE*” na Escola Antônio Correia de Araújo (localizada no bairro dos Estados), visando a exposição dos resultados do mapeamento participativo realizado nesta pesquisa (devolutiva a comunidade participante do mapeamento).

Nesse sentido, estabeleceu-se o diálogo entre a comunidade mapeada e a academia, com vistas à promoção do empoderamento da comunidade (consolidação de espaço de debate das principais problemáticas do bairro). Ademais, foram explanados os principais conceitos de risco, seus principais condicionantes e como ocorreu a classificação do grau de risco técnico e participativo.

A palestra foi realizada remotamente pela plataforma *Google Meet* em 10 de junho de 2021. Contou com cerca de oitenta participantes da comunidade escolar (pais, docentes e discentes) da referida escola, por meio do projeto “Inovando na Educação”, realizado na Semana do Meio Ambiente da Escola.

A identificação com o lugar esteve presente nos comentários dos participantes, a partir do histórico de escorregamentos. Foi citado o evento catastrófico de 2019 que

resultou na morte de sete pessoas de uma mesma família (duas crianças estudavam nessa escola). Além disso, as imagens do bairro destacando as situações de perigo, chamaram a atenção dos participantes, que se enxergaram inseridos naquele contexto.

Nesse espaço escolar poderá ser colocado em funcionamento o NUDEC em função da infraestrutura disponível para encontros contínuos com oficinas e palestras. Assim, poderão promover a resiliência com ações sociais voltadas ao risco, bem como, a promoção da cultura local, propostas para o desenvolvimento financeiro e ambiental da comunidade.

Na **preparação dos locais** de acidente (eficácia nas fases de recuperação, reabilitação e reconstrução) podem ser utilizados os mapeamentos temáticos geomorfológicos e o cenário de suscetibilidade/modelo SHASLTAB em função da previsão das áreas apontadas ao desenvolvimento de processos, possibilitando uma base de dados para minimizar as perdas econômicas, materiais e sociais.

Destaca-se também a necessidade de um Plano emergencial acessível localizado em escolas, que poderá ser ajustado pelos próprios moradores por meio do funcionamento do NUDEC. Nesse momento de preparação faz-se importante também a catalogação de dados das lideranças comunitárias para comunicação em decisões emergenciais e preparos anteriores a desastres, visando uma melhor reconstrução.

Quadro 9: Metodologias e ações para cada objetivo estabelecido pelo Marco de Sendai.

Objetivos	Compreensão do risco	Fortalecimento da governança	Melhoria na preparação a desastres	Redução do risco de desastres para resiliência
Metodologias	Ficha de Risco Participativa a Escorregamentos.	Ficha de Vulnerabilidade Física e Social das Construções.	Cartas de suscetibilidade e Parâmetros geomorfológicos do relevo.	Indicações de medidas estruturais e não estruturais.
Ações	Identificação dos principais pontos relatados pelos participantes visando ações em	Observação das características avaliadas nas principais áreas	Planejamento das áreas mais suscetíveis para solicitação de obras de	Funcionamento do NUDEC como local de espaço contínuo para diálogo (ex. Escola

	escala de detalhe ao que foi solicitado pela comunidade.	vulneráveis.	infraestrutura. Atualizações do Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR), Plano de Contigência da Defesa Civil (PCDC) e Plano Diretor	Antônio Correia de Araújo) nas áreas prioritárias para ação. Ações de comunicação, educação e simulados.
--	--	--------------	---	--

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quadro 10: Indicação de medidas mitigatórias estruturais e não estruturais para cada setor de risco mapeado.

Setores	Medidas mitigatórias estruturais	Medidas mitigatórias não estruturais
Setor 1	- Fiscalização da obra de infraestrutura do muro de arrimo com indícios de movimentação. - Calçamento da rua.	- Fortalecimento de lideranças da comunidade para funcionamento do NUDEC, capacitação, mobilização, participação em simulados, apoio em pequenas intervenções urbanísticas, apoio técnico na construção/reforma das moradias, regularização fundiária.
Setor 2	- Monitoramento da área.	- Fortalecimento de lideranças da comunidade para funcionamento do NUDEC, capacitação, mobilização, participação em simulados, apoio em pequenas intervenções urbanísticas, apoio técnico na construção/reforma das moradias, regularização fundiária.
Setor 3	- Manutenção da obra de infraestrutura do muro de arrimo. - Continuação da obra de infraestrutura na encosta.	- Fortalecimento de lideranças da comunidade para funcionamento do NUDEC, capacitação, mobilização, participação em simulados, apoio em pequenas intervenções urbanísticas, apoio técnico na construção/reforma das moradias, regularização fundiária.

Setor 4	<ul style="list-style-type: none"> - Obras recentes em um bom estado de conservação. - Pontos com necessidades de obras de infraestrutura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimento de lideranças da comunidade para funcionamento do NUDEC, capacitação, mobilização, participação em simulados, apoio em pequenas intervenções urbanísticas, apoio técnico na construção/reforma das moradias, regularização fundiária.
Setor 5	<ul style="list-style-type: none"> - Obras de infraestrutura de caráter urgente. - Obra para construção de escadaria hidráulica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimento de lideranças da comunidade para funcionamento do NUDEC, capacitação, mobilização, participação em simulados, apoio em pequenas intervenções urbanísticas, apoio técnico na construção/reforma das moradias, regularização fundiária.
Setor 6	<ul style="list-style-type: none"> - Obras de infraestrutura nas encostas mais críticas. - Manutenção da escadaria hidráulica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimento de lideranças da comunidade para funcionamento do NUDEC, capacitação, mobilização, participação em simulados, apoio em pequenas intervenções urbanísticas, apoio técnico na construção/reforma das moradias, regularização fundiária.
Setor 7	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção da escadaria hidráulica. - Obras de infraestrutura nas encostas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimento de lideranças da comunidade para funcionamento do NUDEC, capacitação, mobilização, participação em simulados, apoio em pequenas intervenções urbanísticas, apoio técnico na construção/reforma das moradias, regularização fundiária.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros topográficos mapeados permitiram identificar os locais de maior suscetibilidade. Estes equivalem às encostas mais declivosas, com formas côncavas e orientadas para norte e leste em unidades geomorfológicas de colinas dissecadas. Na suscetibilidade indicada pelo modelo SHALSTAB predominou a classe Incondicionalmente Estável e Saturada, ou seja, o fator antrópico é um alto deflagrador dos escorregamentos na área (construção social do risco).

Consequentemente, os parâmetros topográficos avaliados com os mapas gerados a partir do MDT (declividade, curvatura e hipsometria), permitiram perceber em qual contexto estava cada setor. Além disso, as formas de curvatura e hipsometria do relevo foram analisadas para a seleção da área, tendo em vista, que os locais com maior altitude e formas côncavas e convexas predominavam nas áreas selecionadas. Essa análise leva em consideração os padrões de suscetibilidade geomorfológica, porém os padrões de ocupação inadequados corroboram para o desencadeamento e o aceleração de eventos nas encostas.

O uso das geotecnologias mostrou-se uma ferramenta importante para a previsão de áreas suscetíveis e vulneráveis, que podem auxiliar a comunidade a preparar-se para situações de desastres. Destaca-se a importância da análise conjunta entre as metodologias de suscetibilidade, de risco e de vulnerabilidade, que proporcionaram uma maior compreensão das áreas prioritárias de intervenção e a avaliação sistêmica dos elementos sujeitos a risco.

De acordo com os resultados do mapeamento de vulnerabilidade, o bairro dos Estados apresentou uma alta vulnerabilidade física e social, predominantemente, composta por assentamentos precários e sem infraestrutura básica exposta ao risco de escorregamentos. Destaca-se o Setor 5 como uma área prioritária de ação tanto pelos fatores sociais como físicos (suscetibilidade e risco).

O mapeamento participativo aproximou as comunidades na leitura da paisagem, estimulando a gestão participativa, como uma ferramenta preventiva. Assim, as fichas aplicadas aos moradores os permitiram a percepção do local que habitam, seus riscos e perigos, vislumbrando memórias e detalhes essenciais para esse tipo de mapeamento. Dessa forma, este trabalho concedeu uma nova abordagem de dimensionar o risco, avaliando-se em escala de detalhe.

Deve-se ressaltar a amenização dos graus de risco ainda verificados na cartografia participativa influenciada por questões identitárias. Sabe-se, assim, que esta forma de mapeamento voltada ao planejamento e à gestão territorial para mitigação e recuperação de áreas de risco no Brasil e, sobretudo no Nordeste, ainda são incipientes e necessitam de aprimoramentos. Todavia, devem ser estimuladas, pois é uma das melhores alternativas para o reconhecimento de vulnerabilidades locais e definição estratégica e concreta de medidas mitigadoras.

As fichas participativas desenvolvidas nesta pesquisa mostraram-se como uma alternativa para a sistematização do diálogo entre o entrevistador e o entrevistado, ressaltando a percepção dos participantes e o diagnóstico dos graus de risco. Evidenciaram também algumas contradições, principalmente nos setores R1 e R2, indicando que o aprimoramento de informação e de comunicação de áreas de risco é iminente.

Algumas dificuldades foram encontradas mediante a aplicação das metodologias de campo para mensuração do risco a escorregamento durante o período pandêmico da COVID-19. Alguns moradores do bairro não aceitaram conceder entrevistas, mesmo cientes que os pesquisadores estavam utilizando máscara, modelo *faceshield* e álcool gel 70%.

Ademais, alguns moradores com menor consciência do risco de contaminação, não utilizaram máscaras e não mantiveram o distanciamento de 1,5m dos pesquisadores/técnicos. Porém, esse comportamento não diminuiu o acolhimento, por parte dos moradores, e o olhar profissional, dos mapeadores. No decorrer das entrevistas, os mesmos sentiram-se motivados a esclarecer os questionamentos das fichas, assim como, convidaram os pesquisadores a observar evidências dentro de suas moradias (ex.: trincas, árvores inclinadas, esgoto e lixo lançados na encosta).

Na palestra realizada, os participantes identificaram-se com as diversas situações de risco, e os discentes se mostraram interessados em aprender sobre o local, facilitando o ensino-aprendizagem. Por meio da comunicação entre academia e escola foi percebida a importância dos dados produzidos serem cada vez mais expostos e divulgados aos moradores e à comunidade escolar, possibilitando maior diálogo entre universidades, comunidades e esferas governamentais na redução de injustiças sociais.

A aproximação das comunidades em uma gestão participativa deve contar com o auxílio de técnicos e de profissionais dispostos em promoverem cursos e palestras nas e para as comunidades, promovendo o empoderamento das mesmas, para que mapas sejam produzidos sistematicamente. São, portanto, importantes ferramentas preventivas a possíveis acidentes em áreas muito perigosas e que necessitam de medidas para atenuação do risco a escorregamentos. Diante disso o roteiro metodológico que integra a vulnerabilidade, risco e suscetibilidade poderão ser utilizados tanto pela gestão pública quanto pela comunidade, por meio do ciclo de instrumentos utilizados para construção da resiliência. No qual esse trabalho tem o intuito de ser disponibilizado para as partes interessadas e que contribuíssem para o mesmo.

Os dados apresentados na presente pesquisa podem colaborar com a melhoria no gerenciamento das áreas de risco a escorregamentos no Bairro dos Estados, município de Camaragibe-PE. Os mapeamentos temáticos realizados nos setores permitem a identificação das áreas de risco mais críticas, direcionando, prioritariamente, as obras de infraestruturas a essas regiões. Visto que essas metodologias buscam prevenir o risco a escorregamentos, por meio da integração da comunidade ao processo de mitigação, tornam-se protagonistas na construção da prevenção.

Trabalhos futuros, tais como, construção de cartilhas de risco, que possam chegar às comunidades e escolas inseridas neste contexto com linguagens mais simples e de fácil acesso; além de adaptações nos mapeamentos participativos e de vulnerabilidade para serem aplicados em uma escala municipal, poderão ser realizados para auxiliar ainda mais o planejamento e a gestão das áreas de risco.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. (org.). **Cartografias Sociais e Território**. Rio de Janeiro, IPPUR/UFRJ, 2008.168p.
- ADGER, W. N. Social and ecological resilience: are they related? **Progress in Human Geography**, v. 24, n. 3, p. 347-364, 2000.
- AGÊNCIA SENADO. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias/especiais/especial-cidadania/defesa-civil/situacao-de-emergencia-e-estado-de-calamidade-publica>. Acesso em: 20 de outubro de 2020.
- AKA, F.T., BUH, G.W., FANTONG, W.Y. *et al.* Disaster prevention, disaster preparedness and local community resilience within the context of disaster risk management in Cameroon. **Natural Hazards** 86, 57–88 (2017). Disponível em <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2674-5>. Acesso em: 28 de agosto de 2019.
- ALHEIROS, M.M., AUGUSTO FILHO, O. **Landslides and coastal erosion hazards in Brazil**. *International Geology Review* (398). p. 756-763. 1997.
- ALHEIROS, M.M. **Risco de escorregamentos na Região Metropolitana do Recife**. Tese (Doutorado) – Geologia Sedimentar, UFBA, Salvador – BA, 1998, p. 129.
- ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. Â. A.; BITOUN, J; MEDEIROS, S. M. G. M.; JÚNIOR, W. M. A. **Manual de ocupação dos morros da região metropolitana do Recife**. Fundação de Desenvolvimento Municipal FIDEM; coord. Margareth Mascarenhas Alheiros... (et al.), Recife, 2003.
- ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. Â. A.; BITOUN, J; MEDEIROS, S. M. G. M.; JÚNIOR, W. M. A. **Manual de Ocupação dos Morros da Região Metropolitana do Recife**. Fundação de Desenvolvimento Municipal FIDEM; coord. Margareth Mascarenhas Alheiros... (et al.). - Recife: Ensol, 2004.
- ALMEIDA, G. P.; VENTORINI, S. E. Mapeamento participativo de áreas de risco a movimento de massa no bairro Senhor dos Montes – São João Del-Rei, MG. **Caderno de Geografia**, v.24, número especial (1), 2014.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, H.P.F. Análise da vulnerabilidade socioambiental em Cubatão-SP por meio da integração de dados sociodemográficos e ambientais em escala intraurbana. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v.30, p.349-366, 2013.
- ANDRADE, E. D. V.; A. F. T. A elaboração de documentos cartográficos sob a ótica do mapeamento participativo. **Bol. Ciênc. Geod**, sec. Artigos, Curitiba, 2009, v.15, no 3, p.410-427, jul-set.

ARAI, M. A Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras. **Revista do Instituto de Geociências - USP**, v.6, n. 2, p. 16, 2006.

ARONICA, G. T.; BIONDI, G.; BRIGANDI, G.; CASCONI, E.; LANZA, S.; RANDAZZO, G. Assessment and mapping of debris-flow risk in a small catchment in eastern Sicily through integrated numerical simulations and GIS. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 49, p. 52-63, 2012.

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

AYALA, I.A. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of 124. Natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, n. 47, p.107–124, 2002.

BANDEIRA, A. P. N. **Parâmetros Técnicos para o Gerenciamento De Áreas De Riscos De Escorregamentos De Encostas Na Região Metropolitana Do Recife**. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Civil, UFPE, p.42, 2010.

BÉNÉ, C., WOOD, R. G., NEWSHAM, A. and DAVIES, M. Resilience: new utopia or new tyranny? Reflection about the potentials and limits of the concept of resilience in relation to vulnerability reduction programmes. **IDS Working Papers**. 405, 1-61, 2012.

BRASIL. Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 23 outubro de 2018.

BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental**. Parâmetros curriculares nacionais: Geografia / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/ SEF, 1998. 156 p.

BRASIL. Ministério das Cidades; IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Brasília: MCidades; IPT, 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/rYX7IK>>. Acesso em: 10 de setembro de 2020.

BRASIL. **Política Nacional de Proteção e Defesa Civil**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2012. 11p.

BRITO, M. M.; WEBER, J. E. **Mapeamento da suscetibilidade a movimentos de massa no bairro Cascata, Porto Alegre – RS**, com o auxílio de técnicas de geoprocessamento. Grupo de Gestão de Riscos de Desastres (GRID); Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia (LABGEO), UFRGS, 2013.

BROLLO, M.J.; TOMINAGA, L.K.; ROSSINI-PENTEADO, D.; AMARAL, R.; RIBEIRO, R.R.; GUEDES, A.C.M. Desastres Naturais e Riscos em São Luz do Paraitinga - SP. In: VII Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, 2010, Maringá-PR. **Anais**. Maringá : ABGE, 2010.

BROWN, K. Global environmental change I: A social turn for resilience?. Progress in Human. **Geography**. 107–117, 2014.

CALLAI, Helena Copetti. **Aprendendo a ler o mundo: a Geografia nos anos iniciais do ensino fundamental**. Caderno Cedes. Campinas. Nº66, maio/agosto. 2005, p. 227-247.

CAMARAGIBE. Defesa Civil de Camaragibe. **Registro de escorregamentos (2003 – 2018)**. Camaragibe, 2018. CD-ROM.

CANIL, K.; LAMPIS, A.; SANTOS, K. L. **Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na macrometrópole paulista**. Cad. Metrop., São Paulo, v. 22, n. 48, pp. 397-416, maio/ago 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4803>. Acesso em: 20 de maio de 2021.

CARVALHO, C. S.; OGURA, A. T.; MACEDO, E. S. **Mapeamento de Risco em Encostas e Margens de Rios**. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007, p. 9-32.

CARVALHO, C.S.; GALVÃO, T. (Org.) 2006. **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais**. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. Goiânia: Fundação de Apoio a Pesquisa –UNAPE/UFG, 2005.

CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil: estudo de riscos e medicina de desastres**. Brasília: MPO/ Departamento de Defesa Civil, 283 p., 1998.

CASTRO, C. M.; FORTUNATO, R. A. Redes Populares de Turismo e Experiências de Mapeamento Participativo: a atuação da Rede Brasilidade Solidária em Teresópolis (RJ). **Revista Continentes** (UFRJ), ano 3, n.5, 2014.

CERRI, L. E. S. **Riscos Geológicos Associados a Escorregamentos: Uma Proposta para a Prevenção de Acidentes**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Campus de Rio Claro-SP, 1993.

CERRI, L. E. S., AMARAL, C. P. **Riscos Geológicos**. In: Geologia de Engenharia. 1.ed. São Paulo: ABGE, 1998, Cap.18, pp. 303-310.

CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 / 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.**

CEPED UFSC - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres. **Mobilização Comunitária para Redução de Risco de Desastres**. [Organização Janaína Rocha Furtado]. - Florianópolis: CEPED UFSC, 2015.

CHAMBERS, R. Participatory Mapping and Geographic Information Systems: Whose Map? Who Is Empowered And Who Disempowered? Who Gains And Who Loses?

EJISDC 25, 2, 1-11, 2006.

CHAPIN, M.; LAMB, Z.; THRELKELD, B. Mapping Indigenous Lands. *Annu. Rev. Anthropol*, 2005.

CICCOTTI, L; RODRIGUES, A. C.; BOSCOV, M. E. G.; GÜNTHER, W. M. R. Construção de Indicadores de Resiliência Comunitária aos Desastres no Brasil: Uma Abordagem Participativa. **Ambiente e Sociedade** vol.23, São Paulo, 2020.

CORREIA, C. S. **Etnozoneamento, etnomapeamento e diagnóstico etnoambiental**: Representações cartográficas e gestão ambiental em terras indígenas no estado do Acre. 2007. 420 f. Tese (Doutor Antropologia Social), Departamento de Antropologia - Dan, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

CORBETT, J.; RAMBALDI, G.; KYEM, P.; WEINER, D.; OLSON, R.; MUCHEMI, J.; McCALL, M.; CHAMBERS, R. Cartografi a para Mudança: o aparecimento de uma prática nova. In: Conferência Internacional sobre Gerenciamento de Informações Espaciais e de Comunicação Participativa, 2005, Nairoib, Quênia. **Aprendizagem e ação participativas**, n. 54, p. 13-20, abr. 2006.

CPRH, 2003. **Diagnóstico Socioambiental Litoral Norte**, Companhia Pernambucana do Meio Ambiente – CPRH. Recife: CPRH/ MMA - PNMA.

CPRM, **Serviço Geológico Brasileiro**, 2014. Base de dados. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-3507.html#pernambuco>. Acesso em: 20 de abril de 2020.

CROZIER, M. J. **Landslides**: causes, consequences and environment. New Zeland. Capítulo 2. Classification of slope movements. p.02- 31, 1986.

CUTTER, S. L; BARNES, L.; BERRY, M.; BURTON, C.; EVANS, E.; TATE, E.; WEBB, J. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. **Global Environmental Change**, 18, n.4, p. 598-606, 2008.

CUTTER, SUSAN L.; BURTON, CHRISTOPHER G.; EMRICH, CHRISTOPHER T. (2010) "Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions," **Journal of Homeland Security and Emergency Management**. Vol. 7: Iss. 1, Article 51.

DAGNINO.R. S.; CARPI JR. S. Mapeamento participativo de riscos ambientais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Anhumas - Campinas, SP. IN: **III Encontro da ANPPAS**, Brasília, 2006.

DALMAU, M. B. L.; MACHADO, M. A.; FRANCO, A. C. V. **A Campanha Cidades Resilientes e o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Desastres Naturais**: avanços e perspectivas na construção de comunidades menos vulneráveis. Cadernos Adenauer, n. 2. 2015.

DE PLOEY, Y; CRUZ, O. **Landslides in the Serra do Mar**, Brasil. *Catena*, p. 111 – 122, 1979.

DIAS, F. P.; HERRMANN, M. L. P. Análise da susceptibilidade a deslizamentos no bairro Saco Grande, Florianópolis SC. **Revista Universidade Rural**, Série Ciências Exatas e da Terra Vol. 21 (1): 91-104, 2002.

DIETRICH, W. E. & DUNNE. T. **Sediment budget for a small catchment in mountainous terrain**. 29: 191-206, 1978.

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

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. Ed. 3, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

DUTRA, Rita de Cássia. Indicadores de vulnerabilidade no contexto da habitação precária em área de encosta sujeita a deslizamento. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil). Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

EIRD. Estratégia Internacional de Redução de Desastres das Nações Unidas. Informes. **A Institucionalização da Gestão de Risco de Desastres em África: Ganhos e Desafios** Redução de Desastres em África - 4 Edição, novembro 2004.

EMBRAPA SOLOS. **Boletim de Pesquisa nº 11 - Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade dos Solos do Estado de Pernambuco**. EMBRAPA. [S.l.]. 2000.

EMBRAPA. **Sistema brasileiros de classificação de solos**. Embrapa. Brasília. 2018.

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

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. (1996). **Movimentos de massa: uma abordagem Geológico-Geomorfológica**. In: CUNHA, A. J. T. G. S. B. Rio de Janeiro: Geomorfologia e Meio Ambiente. p. 123-194.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. **Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. DA (Eds.). Geomorfologia e Meio Ambiente. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 123–194.

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. Condicionantes Geomorfológicos dos Deslizamentos nas Encostas: Avaliação de Metodologias e Aplicação de Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 51-71, 2001.

- FERREIRA, A. G. e MELLO, N. G. S. Região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.1, n. 1, p. 15- 28, 2005.
- FERREIRA, C. J; ROSSINI-PENTEADO, D. Mapeamento de risco a escorregamento e inundação por meio da abordagem quantitativa da paisagem em escala regional. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 11, São Paulo, 2011. **Anais...**, ABGE, São Paulo, 2011.
- FERREIRA, D.; ALBINO, L.; FREITAS, M. J. C. C. Mapeamento Participativo para Gestão de Risco de Desastres: Região dos Baús, Ilhota –SC. **Revista Brasileira de Cartografia** 69 (4), 2017.
- FERREIRA, K. A. **Resiliência Urbana e a Gestão de Risco de Escorregamentos: Uma Avaliação da Defesa Civil do Município de Santos – SP**. Dissertação (Mestrado). Programa de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- FREIRE, E. S. de M. (1965), **Movimentos Coletivos de Solos e Rochas e sua Moderna Sistemática**. Revista Construção, Rio de Janeiro, V.8, n.95.
- FILHO, O. A. **Caracterização Geológico-Geotécnica Voltada à Estabilização de Encostas: Uma Proposta Metodológica**. Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, COBRAE, 1992.
- FOLKE, C. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analysis. **Global Environmental Change**, 253–267, 2006.
- FONSÊCA, D. N.; CORRÊA, A. C. B.; SILVA, A. C. Compartimentação geomorfológica da Região Metropolitana do Recife (RMR) a partir da análise morfoestrutural. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v. 29, p. 201-209, 2016.
- FÜSSEL, H.-M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. **Global Environmental Change**, 17 155–167.
- GALDINO, L. K. A; LANDIM, F. O. N.; SILVA, E. V.; GORAYEB, A. Territorialidade e Meio Ambiente da Terra Indígena Pitaguary, Ceará- Brasil: Reflexões Acerca das Possibilidades do Mapeamento Participativo na Aldeia de Monguba. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, Ed. Esp. V CBEAGT, 2016. p.114-127
- GAO, J. 1993. Identification of Topographic Settings Conducive to Landsliding from Nelson County, Virginia, U.S.A. **Earth Surface Processes and Landforms**, 18, 579-591.
- GOMES, G. J. C; SOBREIRA, F. G.; CASTRO, J. M. G. Uso de técnicas de geoprocessamento no zoneamento de áreas de risco de escorregamento em Ouro Preto – MG. **Anais**. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2681-2688.
- GORAYEB, A. **Cartografia social e populações vulneráveis: oficina do eixo**

erradicação da miséria. 2014. Disponível em: <http://www.mobilizadores.org.br/wp-content/uploads/2014/07/Cartilha-Cartografia-Social.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2020.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico – Geomorfológico**. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1997.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 3a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 149-209.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2006.

GUIDICINI, G e NIEBLE, C.M. (1984). **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação**. São Paulo: Edgard Blücher. 196p.

GUILLARD-GONÇALVES, C.; ZÊZERE, J. L. Combining Social Vulnerability and Physical Vulnerability Analyse Landslide Risk at the Municipal Scale. **Geosciences**, 8 (8). Lisboa, 2018.

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

GUZZETTI, F.; MONDINI, A. C.; CARDINALI, M.; FIORUCCI, F.; SANTANGELO, M.; CHANG, K. T. Landslide inventory maps: New tools for an old problem. **Earth-Science Reviews**, v. 112, n. 1–2, p. 42–66, 2012.

HERLIHY, P.H. Participatory Research Mapping of Indigenous Lands in Darién. Panama. Human Organization. **Jornal of the Society for Applied Anthropology**. P. 315-331, v. 62, n.4, Winter 2003.

HUTCHINSON, J. N. (1969), **Mass Movement**. In: Encyclopedia of Geomorphology. New York: Ed. R.W. Fairbridge. Reinhold Book.

IDNDR. **Conferencia Mundial Sobre la Reducción de los Desastres Naturales**, 1994, Yokohama. Informe de La Conferencia Mundial sobre La Reducción de Los Desastres. Yokohama, Naciones Unidas, 1994. Disponível em https://www.unisdr.org/files/10996_N9437607.pdf . Acesso em: 20 de julho de 2020.

IFAD, **Internacional Fund for Agricultural Developmente**. Good practices in participatory mapping: a review prepared for the Internacional Fund for Agricultural Developmente (IFAD). Italy: IFAD; 2009.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil 1962-2016**. Brasília, DF.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Mapa de Clima do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 1 mapa, color., 109 cm x 90 cm. Escala 1: 5.000.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA -IBGE. **CENSO DEMOGRÁFICO 2010** - Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais: Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2013/2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA -IBGE. **CENSO DEMOGRÁFICO 2010** - Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO GEOLÓGICO – IG. **Relatório Técnico**. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão e solapamento de margens de drenagens do município de Campos do Jordão, SP, 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Relatório de pesquisa a nova plataforma da vulnerabilidade social**: primeiros resultados do índice de vulnerabilidade social para a série histórica da Pnad (2011-2015). editores: Bárbara Oliveira Marguti, et al.; Brasília: IPEA, 2015.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. **Ocupação de Encostas**. Coord. Cunha, M. A. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.

KIM, M. S.; ONDA, Y.; UCHIDA, T.; KIM, J. K. Effects of soil depth and subsurface flow along the subsurface topography on shallow landslide predictions at the site of a small granitic hillslope. **Geomorphology**, v. 271, p. 40-54, 2016.

KOUSKY, V. E., GAN, M. A., 1981. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. **Journal Tellus** n. 36. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.2153-3490.1981.tb01780.x>. Acessado em: 10 set. 2020.

LEACH, M. Re-framing resilience: trans-disciplinarity, reflexivity and progressive sustainability – a symposium report. **STEPS Working Paper**, Brighton: STEPS Centre. 2008.

LIMA, F. L. **Comportamento geomecânico e análise de estabilidade de uma encosta da Formação Barreiras na área urbana da cidade do Recife**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFPE, 2002.

LISTO, F. R. **Análise da Suscetibilidade e do Grau de Risco a Escorregamentos Rasos na Bacia do Alto Aricanduva, RMSP (SP)**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo (USP), 2011.

LISTO, F. L. R.; VIEIRA, B. C. Mapping of risk and susceptibility of shallow-landslide in the city of São Paulo, Brazil. **Geomorphology**, 169, 30-44, 2012.

MACEDO, E. S. *et al.* (2004). **Modelos de fichas descritivas para áreas de risco de escorregamento, inundação e erosão.** In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1, Florianópolis: GEDN/UFSC, p. 892-907.(CD-ROM).

MACEDO, E.S.; OGURA, A. T.; SANTORO, J. 2006. **O que é um Plano de Contingência ou Preventivo de Defesa Civil.** In: Ministério das Cidades, Cities Alliance. Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas. Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília. Livro Guia. Brasília, p. 76–91.

MACEDO, E.S.; OGURA, A.T.; CANIL, K.; ALMEIDA FILHO, G.S.; GRAMANI, M.F.; SILVA, F.C.; CORSI, A.C.; MIRANDOLA, F.A. (2004). **Modelos de fichas descritivas para áreas de risco de escorregamento, inundação e erosão.** In:Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1., Florianópolis: GEDN/UFSC, p.892-90.

MACHADO, C.C.C.; NÓBREGA, R.S.; OLIVEIRA, T.H.; ALVES, K.M.A. Distúrbio Ondulatório de Leste como condicionante a eventos extremos de precipitação em Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia.** V.11, n.8, p.146-188, 2012.

MANTOVANI, B. **Mapeamento de Risco a Movimentos de Massa e Inundação em Áreas Urbanas do Município de Camaragibe.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil do Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2016.

Manual de ocupação dos morros da região metropolitana do Recife / Fundação de Desenvolvimento Municipal FIDEM ; coord. Margareth Mascarenhas Alheiros *et al.* - Recife : Ensol, 2004.

MANYENA, S. B. **The concept of resilience revisited.** *Disasters*, v. 30, n. 4, p. 433-50, 2006.

MARENCO, J.A. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. In: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (org.). **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil.** 2008. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-504.pdf>>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

MARCHEZINI, V. **Campos de desabrigados: a continuidade do desastre.** São Carlos: Rima, 2014 a. 173p.

MARCHEZINI, V. **Processos de recuperação em desastres: discurso e práticas.** São Carlos: Rima Editora, 2014 b. 163p.

MAYUNGA, J. S. **Understanding and Applying the Concept of Community Disaster Resilience: A capital-based approach.** A draft working paper prepared for the summer academy for social vulnerability and resilience building, Munich, Germany, 2007.

MCCALL, M. K. Can Participatory-GIS Strengthen Local-level Spatial Planning? Suggestions for Better Practice. **GISDECO.** Skudai, Johor, Malaysia, 2004, 10–12.

MENDES, J. C. **Alfabetização cartográfica no ensino de geografia: uma perspectiva**

sociocontrutivista. In: Colóquio de cartografia para crianças e escolares, 7, 2011. Vitória. Anais. Vitória, 2011. p. 108-118.

MIRANDOLA, F. A. (2008). **Carta de risco de escorregamento em ambiente tecnogênico: o caso da favela Real Parque, São Paulo**. Dissertação (Mestrado) em Tecnologia Ambiental. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 217p.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17, n.1, p. 1-10, 2002.

MONICO, J.F.G. Posicionamento por ponto de alta precisão utilizando o GPS: uma solução para a geodinâmica, **Revista Brasileira de Geofísica**, 2000, v.18, n.1, p. 39 - 48.

MONTGOMERY, D.R.; DIETRICH, W.E. A physically-based model for the topographic control on shallow landsliding. **Water Resources Research** (30), 1994. p. 1153-1171.

NAKILEZA, B. R.; MAJALIWA, M. J.; WANDERA, A; NANTUMBWE, C.M. Enhancing resilience to landslide disaster risks through rehabilitation of slide scars by local communities in Mt Elgon, Uganda. Jâmá: **Journal of Disaster Risk Studies** 9(1), a390, 2017.

NASCIMENTO, Thatyane Mônico. Mapeamento de risco de escorregamentos da sede urbana do município de Santa Teresa – ES. **Revista PerCursos**, Florianópolis, v. 18, n.36, p. 137 – 174, jan./abr. 2017.

NORRIS, F.H.; STEVENS, S.P.; PFEFFERBAUM, B.; WYCHE, K.F.; PFEFFERBAUM, R.L. Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. **American Journal of Community Psychology**, 127–150, 2008.

OLIVEIRA, G. C. S.; JUNIOR, J. P. S.; NÓBREGA, R. S.; GIRÃO, O. Uma abordagem da Geografia do Clima sobre os eventos extremos de precipitação em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 02, p. 238-251, 2011.

OLIVEIRA, L. N; AQUINO, C. M. S. Definições e aplicações da resiliência na ciência geográfica. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Volume 39, 2020.

OLIVEIRA, M. G.; SUERTEGARAY, D. M. A.; PIRES, C. L. Z. **Mapeamento participativo e uso do SIG: FLONA de Tefé-AM**. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 2013, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu : INPE, 2013.

OLIVEIRA, N. M. G. A.; CARVALHO, J. A. R.; SANTANA, P. H. Caracterização geomorfológica e avaliação ambiental da fragilidade das vertentes no bairro da Tabatinga, município de Camaragibe - PE. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 19, p. 92-103, 2006.

OLIVEIRA, N. M. G. A.; CARVALHO, J. A. R.; SILVA, J. N. Compartimento do

Grupo Barreiras nas Colinas do Bairro dos Estados: Município de Camaragibe – PE. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 5(1): 01-14, 2007.

OLIVEIRA, NIÉDJA M. G. A.; CARVALHO, J. A. R.; SILVA NETO, M. A. Avaliação da Dinâmica e Evolução Erosiva Urbana: Riscos geológicos nos glaciais de acumulação no município de Camaragibe (PE). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, n. 1, p. 59–67, mar. 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU, 2004). **Living with risk**. A global review of disaster reduction initiatives. Inter – Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), Genebra, Suíça. Disponível em: www.unisdr.org. Acesso em: 05 de outubro de 2018.

PAGANELLI, Tomoko. “A Noção de Estado e de Tempo” in **Revista Orientação** nº 6 – IG – USP, São Paulo, novembro 1985.

PAIN, A.; LAVINE, S. **A conceptual analysis of livelihoods and resilience: addressing the ‘insecurity of agency’**. Overseas Development Institute. Londres, 2012.

PASTORELLI, J. H. **Estudo da Sustentabilidade e Resiliência Urbana no Contexto da Redução de Risco de Desastres**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, São Paulo, 2018.

PCMC, **Plano de Contingência do Município de Camaragibe**. Secretaria de Defesa Civil. Organizado por Marsol, K.R.M.O. Camaragibe, 2013.

PERNAMBUCO. **Pernambuco Tridimensional**. Secretaria de Desenvolvimento Econômico. [S.l.]. 2018.

PETERS-GUARIN, G; McCall, M. K.; Westen, C. Coping strategies and risk manageability: using participatory geographical information systems to represent local knowledge, Oxford, USA. **Disasters**, 1–27, 2012.

PFALTZGRAFF, A. S. **Mapa de Suscetibilidade A Deslizamentos Na Região Metropolitana Do Recife**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação Em Geologia, UFPE, 2007.

PMRR –**Plano Municipal de Redução de Risco de Camaragibe**. Relatório técnico Gusmão Engenheiros Associados Ltda. Camaragibe, 2006.

PRADHAM, A. M. S.; KIM, Y. T. Evaluation of a combined spatial multi-criteria evaluation model and deterministic model for landslide susceptibility mapping. **Catena**, v. 140, p. 125- 139, 2016.

RAMBALDI, G.; KYEM, P. A. K. Manejo y comunicación de la información territorial en forma participativa en los países en vía de desarrollo. **Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries**, 2011, n 11, p. 1-11.

RAŠKA, P. Contextualizing community-based landslide risk reduction: an evolutionary

perspective. **Landslides** (2019) 16:1747–1762.

RAMOS, V. M.; GUIMARÃES, R. F.; REDIVO, A. L.; CARVALHO JUNIOR, O. A. Mapeamento das áreas susceptíveis a escorregamentos rasos no subúrbio ferroviário de Salvador (BA), utilizando os parâmetros físicos diferenciados paraca cada classe de solo. **X Simpósio brasileiro de geografia física aplicada**, Juiz de Fora, 2003.

RETNOWATI, E., YUSRI,S., WIDODO, M. P.S., FAKHRURROZI. Vulnerability Analysis to Climate Change in Lembeh Island, North Sulawesi. **Yayasan TERANGI**, Jl. Asyibaniah no 105-106 Depok 16438, West Java, Indonésia, 2019.

RODRIGUES, T. A Estratégia Internacional de Redução de Desastres. V Encontro Nacional e I Congresso Internacional de Riscos. **Revista Territorium**, n.º 17, 2010, Riscos, ISBN: 0872- 8941.

RODRIGUES, C. S. **Mapeamento de Suscetibilidade a Escorregamentos de Nova Friburgo-RJ por meio de Inferência FUZZY e Elaboração de Cenários de Alerta com uso do TERRAMA2**. Dissertação (Mestrado), Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2013.

ROSSINI-PENTEADO, D. FERREIRA, C. J. Mapeamento de risco a escorregamento e inundação por meio da abordagem quantitativa da paisagem em escala regional. **Vulnerabilidades e Riscos: Reflexões e Aplicações na Análise do Território**. UNESP – IGCE – CEAPLA, Rio Claro – SP, 2015.

SAMODRA, G ; CHEN, G ; SARTOHADI, J ; KASAMA, K. Generating landslide inventory by participatory mapping: an example in Purwosari Area, Yogyakarta, Java **Geomorphology**, vol.306, p.306-313. 2018.

SANTANA, J. K. R.; LISTO, F. L. R. Alterações Morfológicas de Encostas e Deflagração de Escorregamentos em Áreas Densamente Urbanizadas: Uma análise evolutiva em uma sub-bacia do município de Recife (PE). **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 35, n. 3, p. 1–19, 2018.

SANTOS, E. M. **Aplicação do modelo SHALSTAB na previsão de escorregamentos no Município de Camaragibe, Região Metropolitana do Recife**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeo, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2020.

SANTOS, W. **Influência de Fatores Topográficos na Distribuição de Escorregamentos Translacionais Rasos na Serra do Mar, Cubatão (SP)**. Monografia (Graduação), Universidade de São Paulo, 2009.

SANTOS, E. M; LISTO, F. L.R. Escorregamentos translacionais rasos no município de Camaragibe, região metropolitana do Recife: Uma análise preliminar a partir do modelo SHALSTAB. **REGNE**, vol.5, n.2, 2019.

SARKAR, S.; ROY, A. K.; RAHA, P. Deterministic approach for susceptibility assessment of shallow debris slide in the Darjeeling Himalayas, India. **Catena**, CREMLINGEN, v. 142, p. 36-46, 2016.

SBROGLIA, R. M. **Mapeamento geotécnico e das áreas suscetíveis a deslizamentos na microbacia do Ribeirão Baú, Ihota/SC**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 187. 2015.

SBROGLIA, R. M.; PORATH, P. H. M.; HIGASHI, R. A. R.; OLIVEIRA, F. H. Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Deslizamentos Translacionais com o Uso da Ferramenta ASA - Automatic Shalstab Analysis. In.: **XII Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2017. Anais COBRAE 2017, Florianópolis/SC, Brasil.

Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/ Ministério de Integração Nacional – SEDEC/MI – Apresentação. **Noções Básicas em Proteção e Defesa Civil e em Gestão de Risco**. Brasília, 2017.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy: foundations, methods and applications**. 2a ed. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 2003. 588p.

SELBY, M. J. **Hillslope: Materials & Processes**. New York. Publisher: Oxford University Press. USA, 1993, p. 480.

SIEBER, Renee. Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework. **Annals of Association of the American Geographers** 96. 2006.

SILVA, L.L; LISTO, F. L. R. Inundações Severas no Município de Palmares-PE: Uma análise comparativa preliminar dos eventos de 2010 e 2017. **Revista GEOUECE**, v. 8, p. 329-350, 2019.

SILVA, D. N. F.; SILVA, I. C. G. ; CORRÊA, A. C. B. **Evolução Morfodinâmica das Encostas do Bairro dos Estados: Camaragibe – PE**. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO), 2008, Belo Horizonte – MG. **Evolução Morfodinâmica das Encostas do Bairro dos Estados: Camaragibe – PE**, 2008.

SILVA JUNIOR; BEZERRA; ANDERSON; ANDRADE; PEREIRA; BEZERRA; SILVA; ARAGAO. Zoneamento de Susceptibilidade a Deslizamentos Induzidos em Bacias Hidrográficas com Base na Lógica Fuzzy e no Processo Analítico Hierárquico (AHP): O Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Anil, São Luís - MA. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, p. 1819-1837, 2016.

SOARES, F. B.; TROMBETA, L. R. “Mapeamento participativo como instrumento na cartografia escolar e em estudos ambientais: estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Balneário da Amizade. **Anais**. XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia. Gramado, RS. 2014.

SUASSUNA, Cynthia Carneiro de Albuquerque. **Cidade resiliente: sistema de indicadores dos aspectos institucionais**. Tese de doutorado, apresentada na Universidade Federal de Pernambuco – Recife, 2014. 291p.

SUDMEIER-RIEUX, K. **On Landslide Risk, Resilience and Vulnerability of Mountain Communities in Central-Eastern Nepal**. Thesis, University of Lausanne, 2011.

SULAIMAN, S. N.; JACOBI, P. R. **Melhor Prevenir: Olhares e saberes para redução de risco de desastres**. IEE – USP, 2018.

Súmula de dados da prefeitura de Camaragibe. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente (divisão de informações municipais), 2000.

TATIZANA, C.; CERRI, L.E.S; ROCHA, M.C.M. **Análise de Correlação entre Chuvas e Escorregamentos – Serra do Mar – Municípios de Cubatão**. In: Congresso Brasileiro de Geologia de engenharia. São Paulo: ABGE, 1987.

TEIXEIRA, M.; BATEIRA, C.; MARQUES, F.; VIEIRA, B. Physically based shallow translational landslide susceptibility analysis in Tibo catchment, NW of Portugal. **Landslides**, Berlin, v. 12, p. 455-468, 2014.

THIERY, Y. MALET, J.P. MAQUAIRE, O. **Test Of Fuzzy Logic Rules For Landslide Susceptibility Assessment**. In: Colloque International De Géomatique Et D’analyse Spatiale Recherches & Développements (Sageo). n. 1, 2006, Strasbourg, France, Proceedings... Strasbourg, n. 1, p. 01-16, 2006.

TWIGG, J.; **Characteristics of a Disaster-Resilient Community**. A Guidance Note. NGO inter-agency group, 2009.

TOMINAGA, L. K. (2007). **Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP**. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 220 p.

TOMINAGA, L. K.; SORTORO, J; AMARAL, R.(org.). **Desastres Naturais: Conhecer Para Prevenir**. Instituto Geológico, São Paulo, ed. 1, 2009.

WILCHES-CHAUX, Gustavo. **La vulnerabilidad global**. In: MASKREY, Andrew. (Org.). Los desastres no son naturales. Bogotá: Tercer Mundo Editores, 1993. p. 9-50.

WOLLE, C. M.; CARVALHO, C. S. (1989). **Deslizamentos em encostas na Serra do Mar – Brasil**. Solos e Rochas: p. 27 – 36.

UFSC. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis, p. 130. 2013.

UNISDR – UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (Org.). **Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives**. Vol. II – Annexes. Geneva: UNISDR, 2004. 429p.

UNISDR- UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION(Org.). **Hyogo Framework for Action 2005–2015: Building the Resilience of Nations and**

Communities to Disasters; Extract from the Final Report of the World Conference on Disaster Reduction. UNISDR, 2005. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/1037_hyogoframeworkforactionenglish.pdf. Acesso em: 15 de maio de 2020.

UNISDR - UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (Org.). **Como Construir Cidades Mais Resilientes**. Um Guia para Gestores Públicos Locais. Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres, Genebra, 2012. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/26462_guiagestorespublicosweb.pdf. Acesso em: 02 de abril de 2020.

UNISDR- UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (Org.). **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. The United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, 2015. Disponível em: http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf. Acesso em: 02 abril 2020.

VALERIANO, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 539-546, 2003.

VARNES, D.J. **Landslide hazard zonation: a review of principles and practice**. UNESCO; Paris, 1984, 63 p.

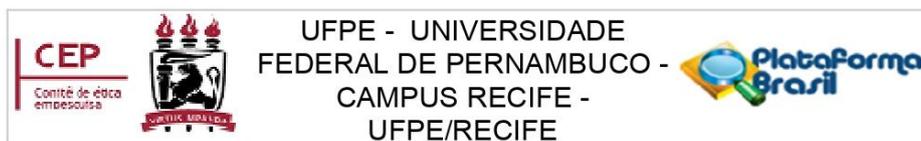
VIEIRA, B.C. **Previsão de escorregamentos translacionais rasos na Serra do Mar (SP) a partir de modelos matemáticos em bases físicas**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

XAVIER, J. P. S.; BISPO, C. O.; SANTANA, J. K. R.; LISTO, F. L. R. Metodologias de Identificação de Risco a Escorregamento de Terra Associadas ao Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), Aplicados ao Município do Recife. **Ciência & Trópico**, v. 43, n. 1, p. 73–86, 2019.

XAVIER, J. P. S. **Erosão Pluvial e Escorregamentos no Estado de Pernambuco: Áreas de Ocorrências, Unidades de Paisagem e Banco de Dados Geográfico**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEO, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2020.

ANEXOS

Anexo A: Parecer consubstanciado emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (página 1).



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SUSCETIBILIDADE, VULNERABILIDADE E MAPEAMENTO PARTICIPATIVO DE RISCO A ESCORREGAMENTOS: FERRAMENTAS PARA UMA GESTÃO

Pesquisador: TAWANA DE MELO PEREIRA

Área Temática:

Versão: 5

CAAE: 31344820.2.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE FILOSOFIA E CIENCIAS HUMANAS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DA NOTIFICAÇÃO

Tipo de Notificação: Envio de Relatório Final

Detalhe:

Justificativa: Conforme solicitado os tópicos pelo Comitê de Ética, segue em anexo o relatório

Data do Envio: 11/04/2022

Situação da Notificação: Parecer Consubstanciado Emitido

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.348.347

Apresentação da Notificação:

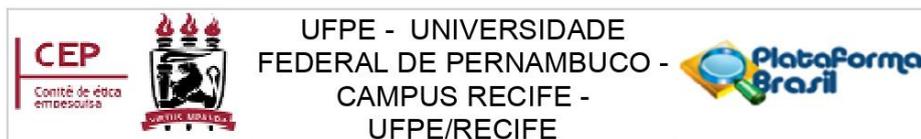
Trata-se de relatório final de pesquisa de TAWANA DE MELO PEREIRA, vinculada ao Mestrado do Programa de Pós- Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, sob orientação do Prof. Fabrício de Luiz Rosito Listo. O estudo teve como objetivo geral propor um roteiro metodológico para resiliência geomorfológica na gestão e na percepção do risco a escorregamentos, relacionadas à recuperação da paisagem, no Bairro dos Estados, Camaragibe (PE).

Objetivo da Notificação:

Apresentar relatório final da pesquisa "SUSCETIBILIDADE, VULNERABILIDADE E MAPEAMENTO PARTICIPATIVO DE RISCO A ESCORREGAMENTOS: FERRAMENTAS PARA UMA GESTÃO

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br

Anexo B: Parecer consubstanciado emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (página 2).



Continuação do Parecer: 5.348.347

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios foram apresentados no projeto inicial e estão em consonância com o que foi desenvolvido no estudo.

Comentários e Considerações sobre a Notificação:

O relatório segue o que foi determinado no projeto e discute os pontos principais e resultados do estudo em questão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O relatório apresentado segue o modelo do CEP/UFPE, apresentando dados gerais dos voluntários, metodologia desenvolvida e conclusões do estudo.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Notificação aprovada.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Relatório Final foi analisado e APROVADO pelo colegiado do CEP.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Envio de Relatório Final	Relat_Final.pdf	11/04/2022 16:39:28	TAWANA DE MELO PEREIRA	Postado

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 13 de Abril de 2022

Assinado por:
Gisele Cristina Sena da Silva
(Coordenador(a))

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br