

PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS - PMRR

RELATÓRIO 01 – Plano de Trabalho Volume 01

26/04/2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO (UFPE)
Olinda (PE)



PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS – PMRR

RELATÓRIO 01 – PLANO DE TRABALHO

Município: Olinda (PE)

Programa

2218 – GESTÃO DE RISCOS E DE DESASTRES

Ação

8865 – APOIO À EXECUÇÃO DE PROJETOS E OBRAS DE CONTENÇÃO DE ENCOSTAS EM ÁREAS URBANAS

TED - SNP | Fiocruz

001/2023– APOIO AO FORTALECIMENTO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE PREVENÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES

GESTÃO DO PROGRAMA:

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Luiz Inácio Lula da Silva

MINISTRO DE ESTADO DAS CIDADES

Jader Fontenelle Barbalho Filho

SECRETÁRIO NACIONAL DE PERIFERIAS

Guilherme Simões Pereira

DIRETOR DO DEPARTAMENTO DE MITIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE RISCO

Rodolfo Baesso Moura

COORDENADOR-GERAL DE PLANOS DE MITIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE RISCO

Leonardo Santos Salles Varallo

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Daniela Buosi Rohlf

Leonardo Andrade de Souza

COORDENAÇÃO DO PMRR

- Prof. Dr. Fabrizio de Luiz Rosito Listo

VICE-COORDENAÇÃO DO PMRR

- Profa. Dra. Danielle Gomes da Silva Listo

EQUIPE DA UNIVERSIDADE:

- Profa. Dra. Lígia Albuquerque de Alcântara Ferreira
- Profa. Dra. Rhaissa Francisca Tavares de Melo Balder
- Prof. Dr. Rodrigo Mikosz Gonçalves
- Caio Maurício Eurico de Oliveira
- Caio Rodrigo Gomes
- Camila Maia Dias Silva
- Edla Dourado de Souza Oliveira
- Edwilson Medeiros dos Santos
- Igor Gustavo Ferreira de Oliveira
- Ivanna Nunes Monterazo Silva
- Joana Gabrielly Carias do Nascimento
- João Lucas Marques Presbítero
- José Luiz da Silva
- Keila Maria Bezerra de Lima Ferreira
- Manoel José Correia Neto
- Mariana Regina Oliveira de Freitas
- Melquizedek Luíson Nunes Dantas
- Miguel Jorge do Nascimento
- Raul Gomes da Silva
- Tawana de Melo Pereira
- Victória Regina da Silva Cruz

Foto da capa: Deslizamento ocorrido no Córrego do Abacaxi, localizado no bairro de Caixa D'Água em Olinda, em maio de 2022. Crédito: Wilson Liévano (2022).



Departamento de
Mitigação e
Prevenção de Risco

Secretaria
Nacional de
Periferias

Ministério das
Cidades



Apresentação

Este documento representa o primeiro dos quatro relatórios estabelecidos no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica (ACT Nº 001/2023) entre o Ministério das Cidades (Secretaria Nacional de Periferias), a Fundação Oswaldo Cruz e a Universidade Federal de Pernambuco, conforme Processo SEI nº: 80000.012420/2023-72, cujo acordo em questão é intitulado "Elaboração de Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) no Município de Olinda (PE)". O Relatório 01 – Plano de Trabalho está organizado em dois volumes mais um Caderno de Mapas.

O volume 01 abrange informações sobre a equipe técnica responsável pela elaboração do plano, a caracterização do município de Olinda, os principais processos a serem mapeados em assentamentos urbanos precários e suas áreas de ocorrência no município, as metodologias utilizadas, o planejamento aerofotogramétrico, os planos de ações estruturais e não estruturais, as validações do PMRR, as reuniões do comitê gestor, as abordagens metodológicas para interações com as comunidades e o decreto municipal publicado para essa finalidade.

O volume 02 apresenta os resultados preliminares deste relatório, incluindo análises dos parâmetros topográficos e antrópicos, caracterização geomorfológica, avaliação de suscetibilidade a inundações e deslizamentos, Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), além do registro das audiências de escuta livre dos moradores e lideranças comunitárias, que representam a primeira fase de participação social do PMRR e que também abrangeram as sessões explicativas do instrumento à sociedade. Por fim, o Caderno de Mapas contém todos os mapeamentos mencionados neste relatório em tamanho ampliado para facilitar a visualização.

A preparação do PMRR segue as diretrizes estabelecidas pelo Departamento de Mitigação e Prevenção de Risco da Secretaria Nacional de Periferias – DPR/SNP/MC, com base no guia fornecido para sua elaboração, combinando-se com o conhecimento técnico especializado da equipe local de Pernambuco. Adicionalmente, destaca-se a publicação do Decreto Municipal nº 234/2023, de 27 de Dezembro de 2023, que institui o Comitê Gestor de Redução de Riscos de Desastres (CGRRD) no município de Olinda e estabelece outras disposições relevantes. Esse decreto simplifica a cooperação logística e a troca de informações entre as equipes da Prefeitura Municipal e a equipe técnica da UFPE durante os procedimentos de mapeamento das áreas de risco.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Construção social do Risco	8
1.2 As quatro dimensões do risco.....	11
1.3 Participação social na gestão de risco	13
2. RECONHECIMENTO DO MUNICÍPIO	15
2.1 Definição dos processos geológicos e hidrológicos que serão objeto de mapeamento	24
2.2 Definição inicial das áreas de mapeamento	29
3. DETALHAMENTO DA METODOLOGIA E PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO DO MAPEAMENTO DE RISCO	32
3.1 Equipe técnica	32
3.2 Levantamento de Dados e Produção Cartográfica	33
3.3 Parâmetros topográficos.....	34
3.4 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN)	34
3.5 Inventário/Ocorrências de Deslizamentos	35
3.6 Mapeamento Geomorfológico	36
3.7 Mapa de suscetibilidade à deslizamentos translacionais: modelo SHALSTAB e cenários sugeridos	37
3.8 Validação dos cenários de suscetibilidade (SHALSTAB)	41
3.9 Identificação das áreas suscetíveis à inundação	42
3.9.1 Levantamento Jornalístico.....	43
3.9.2 Simulação HEC-RAS e validação da mancha de inundação	43
3.10 Análise da Vulnerabilidade Social	49
3.10.1 Conceito e Metodologia.....	49
3.10.2 Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).....	50
3.10.3 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	53
3.10.4 Prosperidade Social e Etapas de Geoprocessamento	56
3.10.5 Vulnerabilidade Institucional	58
3.11 Aerolevantamento com VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado – DRONE)	58
3.11.1 Cadastro de Aeronaves e Seguro de Responsabilidade Civil do Explorador ou Transportador Aéreo (RETA)	58
3.11.2 Cadastro dos Pilotos	61
3.11.3 Teste dos equipamentos	61
3.11.4 Software de processamento	62
3.11.5 Planejamentos dos voos nos setores de risco	63
3.12 Mapeamento dos setores de risco	64

<i>3.12.1 Identificação e mapeamento de riscos geológicos</i>	64
<i>3.12.1.1 Etapa 1: zoneamento – pré setorização</i>	64
<i>3.12.1.2 Etapa 2: Trabalhos de campo, setorização e atribuição dos graus de risco</i>	68
<i>3.12.2 Identificação e mapeamento de riscos hidrológicos</i>	71
<i>3.12.2.1 Etapa 1: zoneamento – pré setorização</i>	72
<i>3.12.2.2 Etapa 2: Trabalhos de campo, setorização e atribuição dos graus de risco</i>	75
<i>3.12.3 Definição do apoio logístico para os trabalhos de campo</i>	78
<i>3.12.4 Produtos do mapa de risco a serem entregues</i>	79
4. PLANO DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PARA REDUÇÃO DE RISCOS	81
<i>4.1 Proposta de concepção das intervenções estruturais</i>	81
<i>4.2 Proposta de estimativa de custos das intervenções.....</i>	83
<i>4.3 Proposta para a hierarquização das intervenções (priorização das obras)</i>	83
<i>4.4 Relatório das ações estruturais</i>	84
5. PROPOSTA DE AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS	85
<i>5.1 Estratégia de identificação de lideranças locais, organizações comunitárias e representantes reconhecidos pela comunidade.....</i>	85
<i>5.2 Planejamento das oficinas comunitárias nas áreas de mapeamento de risco.....</i>	89
<i>5.3 Planejamento da elaboração de materiais de comunicação de risco</i>	93
<i>5.4 Proposta para capacitação de técnicos locais.....</i>	96
<i>5.4.1 Capacitação de técnicos da prefeitura em mapeamento e análise de áreas de risco a processos geológicos e hidrológicos no estado de Pernambuco.....</i>	96
<i>5.4.2 Capacitação dos Agentes de Combate às Endemias (ACE) do Município</i>	100
<i>5.4.3 Capacitação de docentes da rede básica de ensino do Município.....</i>	101
<i>5.4.4 Capacitação de técnicos municipais do município após a conclusão dos trabalhos de mapeamento</i>	101
6. VALIDAÇÃO DO PMRR	103
<i>6.1 Proposta para audiências públicas e demais estratégias de validação do resultado final do PMRR.....</i>	103
<i>6.2 Proposta de registro dos resultados e participação da comunidade nas audiências públicas.....</i>	104
<i>6.3 Proposta de validação dos resultados com as comunidades</i>	104
<i>6.4 Proposta de documento de devolutiva dos resultados do PMRR para a comunidade</i>	105
7. REUNIÕES DE TRABALHO COM A PREFEITURA E COMUNIDADE	106
<i>7.1 Metodologia de condução dos trabalhos com o Comitê Gestor da Prefeitura</i>	106
<i>7.1.1 Primeira Reunião do Comitê Gestor Municipal.....</i>	106
<i>7.1.2 Segunda Reunião do Comitê Gestor Municipal</i>	108
<i>7.1.3 Terceira Reunião do Comitê Gestor Municipal</i>	109
<i>7.1.4 Reunião com a Defesa Civil do Estado de Pernambuco (SEDEC - PE)</i>	111

7.1.5 Participação no evento “Operação Inverno 2024”	112
7.2 Metodologia de reunião com a comunidade	113
7.2.1 Registro das Reuniões.....	114
7.2.1.1 Registro das Audiências de Escuta Livre	114
7.2.1.2 Registro das demais reuniões, oficinas e audiências	114
7.2.2 Mesa redonda UFPE	115
7.2.3 Outras formas de participação da comunidade	117
8.CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.....	118
9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
ANEXOS.....	133
Lista de pré-setores de risco em ordem numérica sequencial.	133
Certificado do seguro aeronáutico obrigatório – RETA.	141
Lista de presença do Comitê Gestor Municipal e Equipe Técnica da UFPE na reunião de definição logística dos trabalhos de campo do PMRR.....	142
Lista de presença da capacitação de técnicos da prefeitura em mapeamento e análise de áreas de risco a processos geológicos e hidrológicos no estado de Pernambuco (primeiro dia/página 1).	143
Lista de presença da capacitação de técnicos da prefeitura em mapeamento e análise de áreas de risco a processos geológicos e hidrológicos no estado de Pernambuco (primeiro dia/página 2).	144
Lista de presença da capacitação de técnicos da prefeitura em mapeamento e análise de áreas de risco a processos geológicos e hidrológicos no estado de Pernambuco (segundo dia).	145
Decreto Nº 234/2023, de 27 de dezembro de 2023 (página única, destaque em vermelho).	146

1. INTRODUÇÃO

O Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) desempenha um papel crucial na gestão e mitigação dos riscos enfrentados pelas comunidades urbanas. Sua relevância se manifesta em diversos aspectos, incluindo a prevenção de desastres, a proteção da população, o planejamento urbano sustentável e a promoção da resiliência comunitária. O PMRR identifica e avalia os riscos existentes, como inundações e deslizamentos, permitindo a implementação de medidas preventivas, estruturais e não estruturais, para reduzir a vulnerabilidade das áreas afetadas (Cardona, 2004; BRASIL, 2007; UNISDR, 2009; Ishiwatari *et al.*, 2014).

Ao elaborar estratégias de redução de riscos, o PMRR visa proteger a vida e os bens das pessoas que residem em áreas mais vulneráveis, garantindo sua segurança e bem-estar. Além disso, o planejamento integrado de ações de redução de riscos contribui para o replanejamento urbano, promovendo o uso adequado da terra e evitando a ocupação de áreas de alto risco. É fundamental ressaltar que o PMRR deve envolver a participação ativa da comunidade no processo de identificação de riscos e na formulação de estratégias de enfrentamento e prevenção, fortalecendo a resiliência local e a capacidade de resposta em emergências.

Nesse cenário, a implementação eficaz do PMRR pode resultar em economias significativas de recursos públicos ao reduzir os danos causados por desastres, além de minimizar os impactos socioeconômicos sobre as comunidades afetadas, tanto por eventos extremos quanto por eventos sazonais esperados.

Em termos de base legal, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC) estabeleceu esse tipo de plano como um instrumento oficial para a gestão de riscos de desastres. Isso foi feito por meio da Lei nº 12.608/2012, em seu artigo 22, que o reconhece como um "plano de implantação de obras e serviços para a redução de riscos de desastre". Esse plano está relacionado às responsabilidades dos municípios que enfrentam áreas propensas à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações repentinas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos. No entanto, é importante observar que os trabalhos de formulação do PMRR no Brasil tiveram início antes da implementação da PNPDC (BRASIL, 2007).

A implementação do Plano Municipal de Redução de Riscos no município de Olinda (PE) é extremamente necessária, principalmente devido à obsolescência de seu último plano, datado de 2006, e ao aumento do número de domicílios em áreas de risco, incluindo favelas. Segundo IBGE (2010), Olinda registrava no censo de 2010 um total de 58.605 habitantes expostos ao risco, representando cerca de 16% da população do município. A cidade ocupava o terceiro lugar em número de favelas no estado de Pernambuco, com 113.328 registradas (IBGE, 2010). Segundo os dados mais recentes do Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (2024), constata-se que em Olinda há

a presença de 57.800 famílias classificadas como vivendo em situação de pobreza. Muitas dessas famílias enfrentam condições precárias de habitação e estão expostas ao risco de desastres. De acordo com informações obtidas pela Secretaria de Defesa Social de Pernambuco - SDS/PE (2024), aproximadamente 120 mil pessoas estão em condição de risco no município.

Adicionalmente, a ocorrência recente de óbitos resultantes de deslizamentos de terra e inundações ressalta a urgência dessa medida, especialmente em maio de 2022, quando seis pessoas perderam suas vidas (três devido a deslizamentos e três por inundações), em meio a um total de 133 mortes na Região Metropolitana do Recife. Este evento é considerado a maior catástrofe dos últimos 50 anos no estado de Pernambuco, superando o número de vítimas da grande cheia de 1975, embora eventos ocorridos em 1966 tenham deixado 175 vítimas (G1-PE, 2022; Folha de Pernambuco, 2022).

Durante o período de 27 a 30 de maio de 2022, Olinda registrou uma precipitação pluviométrica significativamente superior à média esperada para o mês de maio (que geralmente é de 325,8 mm), conforme dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). A precipitação total durante o mês atingiu 496,1 mm, sendo que apenas nesses três dias foram registrados 197,8 mm de chuva. Esse aumento na precipitação foi atribuído à influência dos Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), evento sazonal e comum para o inverno do litoral pernambucano.

Apesar desses eventos meteorológicos, o município de Olinda enfrenta um cenário de alta vulnerabilidade social em diversas localidades, o que aumenta a precariedade de muitos assentamentos e os expõe ao risco de deslizamentos e inundações. A precipitação intensa atua como um gatilho para perdas materiais e humanas, contribuindo para ocorrências de danos e vítimas fatais, dadas as condições já vulneráveis existentes.

1.1 Construção social do Risco

As mais recentes pesquisas científicas e os principais acordos estabelecidos nos últimos fóruns nacionais e internacionais sobre redução do risco de desastres enfatizam que o risco é composto por quatro grandes elementos: perigo (ameaça), vulnerabilidades (ex. sociais, institucionais), exposição e incertezas (Natenzon, 2022). A partir dessa perspectiva multidimensional, surge uma abordagem abrangente que envolve múltiplas disciplinas, escalas e setores, estabelecendo os alicerces para desnaturalizar o fenômeno em questão (Natenzon e Parkinson, 2021).

Portanto, atualmente, reconhecemos que os riscos são construções sociais e que os desastres não podem mais ser simplificados como meros eventos naturais (Lavell, 1998). Essa perspectiva considera que o risco surge da interação entre a possibilidade de ocorrência de um evento físico

prejudicial (ameaça) e a fragilidade das pessoas ou bens expostos a esse risco (vulnerabilidade), conforme a Equação 1.1 (Sulaiman *et al.*, 2021).

$$\text{Risco} = \text{Ameaça} \times \text{Vulnerabilidade} \quad (\text{Equação 1.1})$$

As consequências dos eventos climáticos são vivenciadas de forma desigual entre diferentes segmentos da sociedade. Em outras palavras, cada desastre acarreta impactos diretamente relacionados às condições específicas e às populações afetadas, assim como às características inerentes a cada tipo de evento (Givisiez e Oliveira, 2017). É fundamental lembrar que as mudanças climáticas e a gestão do risco de desastres operam em escalas espaciais e temporais distintas. Enquanto as mudanças climáticas lidam com fenômenos planetários e exigem resoluções a longo prazo, a gestão de riscos de desastres requer ação imediata em níveis locais. Portanto, é fundamental implementar um Plano Municipal de Redução de Riscos/PMRR.

Os eventos climáticos têm o potencial de se transformar em desastres devido às condições sociais, históricas e ambientais, que estão vinculadas às decisões prévias de ocupação do território na área afetada pelo fenômeno (Freire e Natenzon, 2013). Portanto, os desastres podem desencadear situações bastante diversas, dependendo da eficácia do poder público, da capacidade de resposta da sociedade e dos processos de prevenção implementados ou negligenciados. A ausência de planejamento ambiental e a falta de consideração dos riscos associados resultam em decisões que perpetuam situações catastróficas e aumentam a exposição a diversos perigos, como deslizamentos e inundações.

Os processos morfodinâmicos, como os movimentos de massa (ex. os deslizamentos), e os processos hidrológicos, como as inundações, têm desempenhado um papel fundamental na formação e na modelagem do relevo desde os primórdios da superfície terrestre. No entanto, a frequente ocorrência desses processos resulta na destruição de habitações e outras estruturas, no soterramento de solos férteis, na perda de vidas humanas e em outros impactos, contribuindo para o aumento contínuo de áreas de risco a cada ano. Sidle *et al.* (1985), Alexander (1993), Selby (1993), Amaral (1997), Ayala (2002) e Listo e Vieira (2012) constataram que, nos países em desenvolvimento, o impacto desses processos está frequentemente associado a perdas humanas em áreas urbanas densamente povoadas, enquanto nos países desenvolvidos, predominam as perdas econômicas.

Conforme Souza e Lourenço (2015) relatam, os primeiros estudos técnicos sobre risco remontam à década de 1920, por meio da obra "*Risk, uncertainty and profit*"¹, de Frank Knight. Naquela época, a concepção de risco diferia das preocupações atuais, uma vez que a população era predominantemente

¹ Risco, incerteza e lucro.

rural e enfrentava inúmeros processos perigosos, como frio, seca, inundações e furacões, conferindo à existência humana uma constante precariedade e exposição a calamidades. Nessas circunstâncias, as consequências do risco eram vistas como uma fatalidade. Conforme apontado pelos autores, ao longo do tempo, as preocupações ambientais ganharam destaque, com problemas principalmente atribuídos à atividade humana, evidenciando uma mudança de paradigma na conceituação do risco.

Beck (2006) caracterizou a sociedade pós-moderna como a "sociedade do risco", na qual os riscos são cada vez mais frequentes. É essencial, portanto, reconhecer a existência do risco. Segundo Olimpo e Zanella (2017), nesse contexto, o risco permeia todas as atividades humanas, inclusive as mais simples. No senso comum, o termo risco está associado à possibilidade de dano, fracasso ou eventos eventualmente fora do controle dos envolvidos, configurando-se como um descritor que identifica a origem do fenômeno perigoso, seja ele de caráter natural, tecnológico, econômico ou político (Olimpo e Zanella, 2017).

Natenzon e Funtowicz (2003) salientam que o risco é algo mensurável, no qual é possível estabelecer uma probabilidade associada ao que ocorrerá. Quando isso não é possível, surge uma situação de incerteza, um futuro indefinido. Por outro lado, Olimpo e Zanella (2017) enfatizam que a sistematização do risco é desafiadora devido à complexa interação de fatores. Esse processo está intrinsecamente relacionado à percepção humana, gerando riscos de natureza coletiva ou individual. A complexidade realça a necessidade de abordagens holísticas para compreender e gerenciar eficazmente as incertezas de todos os elementos envolvidos.

Portanto, o risco pode ser examinado sob uma ótica social, entendendo-o como uma construção social moldada pela organização da sociedade, que engloba normas, valores, crenças e estruturas políticas, socioeconômicas e jurídicas (Natenzon e Funtowicz, 2003). Nesse cenário, é viável adotar uma abordagem social do risco que transcende a visão simplista e naturalizada dos impactos causados por um determinado fenômeno, elevando a discussão a um nível mais abrangente e social, com múltiplas determinações e vulnerabilidades (Natenzon e Funtowicz, 2003; Sulaiman *et al.*, 2021).

Nesse sentido, o risco pode ser entendido como uma potencialidade que, se materializada, pode ter consequências desastrosas. Além disso, a gestão do risco está associada a perigos específicos. No entanto, as instituições e órgãos não costumam realizar essa gestão de maneira abrangente, limitando-se muitas vezes a ações emergenciais.

Conforme observado por Ximenes, Montezuma e Sato (2017), a gestão de riscos de desastres no Brasil frequentemente se restringe a ações governamentais militarizadas e tecnicistas, negligenciando a inclusão das populações e grupos sociais vulneráveis na discussão e no planejamento de políticas e medidas de gestão territorial. Diante desse contexto, é necessária uma gestão de riscos associada à

política pública urbana local, enfatizando que essa gestão deve ser contínua, baseada em infraestrutura e desprovida de interesses pessoais ou políticos.

1.2 As quatro dimensões do risco

A interconexão entre os conceitos de perigo, exposição, vulnerabilidade e incerteza evidencia a complexidade dos desafios enfrentados por sistemas, indivíduos e sociedades. Conforme destacado por Freire e Natenzon (2013) e Listo (2023), o termo "perigo" está relacionado à avaliação do potencial de ocorrência de algo ameaçador. Avaliar esse perigo demanda compreensão dos aspectos físico-naturais dos processos envolvidos. Portanto, a situação de perigo se manifesta somente quando há previsão ou a ocorrência de um fenômeno específico afetar uma comunidade determinada, enquanto a periculosidade diz respeito à representação física, perceptiva ou simbólica do risco em um território específico.

A dimensão da exposição está relacionada aos danos materiais que esses perigos podem causar no território e, consequentemente, requer um entendimento sobre a distribuição geográfica de bens e pessoas. Assim, ela se torna evidente apenas quando há presença de pessoas, infraestrutura e atividades econômicas localizadas na região onde um desastre pode ocorrer (Freire e Natenzon, 2013; Givisiez e Oliveira, 2017).

A simples exposição não é suficiente para avaliar o nível de risco, uma vez que áreas expostas ao mesmo tipo de evento podem apresentar diferentes graus de risco e distintas vulnerabilidades. De acordo com Natenzon e Díaz (2007), a exposição é resultado das interações entre a periculosidade e a vulnerabilidade, afetando ambas simultaneamente (*op. cit.*). Ela reflete, no contexto territorial, uma narrativa histórica da relação entre os processos físico-naturais e socioeconômicos, moldando determinados padrões de ocupação, infraestrutura, serviços públicos, entre outras características (*op. cit.*).

A vulnerabilidade é um componente das estruturas sociais que requer entendimento das características socioeconômicas observáveis do estado anterior dos grupos sociais envolvidos (Herzer *et al.*, 2002). Segundo O'Riordan (2002), a vulnerabilidade aos desastres pode ser compreendida como a incapacidade das pessoas, sociedades ou grupos populacionais de prevenir os riscos associados a catástrofes, ou devido ao fato de esses indivíduos ou grupos viverem em constante exposição a perigos. Essa situação decorre da interação entre processos econômicos, sociais, ambientais e políticos. Conforme Guillard-Gonçalvez e Zézere (2018), a vulnerabilidade é definida por elementos tanto socioeconômicos (ex. renda, nível de instrução, idade, entre outros) quanto pelo estilo de construção das edificações.

Segundo Natenzon e Díaz (2007), a vulnerabilidade está ligada à organização social, às instituições e à política. Aspectos como normas, gestão, instituições, ideologia e cultura também determinam o grau de vulnerabilidade e, portanto, devem ser considerados. Índices quantitativos e qualitativos podem ser empregados para diagnosticar a vulnerabilidade social, utilizando indicadores selecionados de diversas fontes (por exemplo, censo).

Devido à complexidade das várias dimensões da vulnerabilidade, sua avaliação demanda a integração de um amplo conjunto de informações provenientes de diversas disciplinas e áreas de conhecimento. Assim, para compreender de maneira abrangente a diversidade dessas informações, é crucial desenvolver indicadores claros e concisos (Braga, Oliveira e Givisiez, 2006).

Natenzon e Díaz (2007) optam pelo termo "vulnerabilidade social", em que a vulnerabilidade está associada às condições socioeconômicas, culturais e institucionais que uma sociedade possui para prevenir diversos danos e sua capacidade de resiliência para lidar com eles. Em sua análise, a heterogeneidade da sociedade envolvida é de suma importância, pois é ela que, em grande medida, determinará as consequências catastróficas da periculosidade.

De acordo com esses autores, a vulnerabilidade social é a dimensão menos explorada entre as quatro do risco; no entanto, existem elementos comuns entre elas: a vulnerabilidade e seus critérios são relativos e requerem explicação; todos estão sujeitos a vulnerabilidades, variando apenas em grau; refere-se às pessoas dentro de um contexto social específico e está associada ao risco relacionado a um fenômeno específico.

Portanto, um grupo social é vulnerável devido a características específicas que podem resultar em diversas perdas, não se limitando apenas à exposição a um determinado fenômeno. Nesse sentido, na gestão do risco, a vulnerabilidade é frequentemente considerada como algo secundário ou negligenciada (pois expõe fraquezas) em comparação com as ameaças naturais e o nível de exposição ao risco, embora seja uma questão fundamental para a redução do risco de desastres (Pereira e Listo, 2023).

Conforme Natenzon e Díaz (2007), a incerteza surge quando não é possível identificar o perigo, a vulnerabilidade ou a exposição. Ela não pode ser quantificada e decorre da falta de conhecimento em cada uma dessas dimensões, resultando em decisões baseadas na subjetividade, muitas vezes ligadas a questões de poder e interesses políticos.

1.3 Participação social na gestão de risco

O modelo de urbanização excludente adotado pelos países latino-americanos, incluindo o Brasil, aumentou a vulnerabilidade social de uma parcela da população, resultando na proliferação de habitações precárias localizadas muito próximas a rios, córregos e encostas, em áreas suscetíveis a inundações e deslizamentos (Ayala, 2002; Alvalá *et al.*, 2019; Canil *et al.*, 2020).

Assim, ao longo das últimas décadas, foram estabelecidas várias metas para a redução do risco de desastres, respaldadas por marcos internacionais significativos, como os Marcos de Hyogo (2005-2015) e Sendai (2015-2030). No entanto, algumas lacunas foram identificadas, especialmente na necessidade de uma abordagem mais próxima e centrada na sociedade civil para prevenir o risco de desastres (UNDRR, 2015; Trejo-Rangel *et al.*, 2021).

É comum reconhecermos na gestão do risco de desastres os protagonistas tradicionais dessa tarefa: políticos, profissionais qualificados, técnicos, voluntários, todos operando dentro dos parâmetros regulatórios e institucionais específicos de cada localidade. No entanto, não podemos negligenciar a presença daqueles que estão em situação de maior vulnerabilidade, os residentes das comunidades, representados por uma variedade de grupos populacionais com vulnerabilidades próprias, estruturais e específicas. Eles também desempenham um papel essencial na gestão de suas próprias comunidades (Lavell, 1998).

Nessa perspectiva, a mitigação do risco de desastres demanda a participação ativa da comunidade, destacando a promoção de uma participação acessível, irrestrita e especialmente atenta às parcelas mais vulneráveis. Desta maneira, tais grupos podem contribuir na identificação das melhores alternativas, expressar suas opiniões e estabelecer seus objetivos de forma legítima (Natenzon e Funtowicz, 2003; Silva e Santos, 2022).

Embora as funções sejam diferentes, as responsabilidades na redução de riscos não são exclusivamente atribuídas ao Estado. Enquanto é responsabilidade geral do Estado diminuir o risco de desastres, essa tarefa também deve ser compartilhada entre os governos e todos os autores sociais envolvidos ou interessados. A sociedade civil, em colaboração com instituições públicas, desempenha um papel crucial ao fornecer conhecimentos representativos aliados a diretrizes pragmáticas (UNDRR, 2015).

Quando se trata de questões ambientais conflituosas, especialmente aquelas que envolvem tensões entre o Estado e as comunidades, o significado de participação é fundamental. Nesse contexto, Robirosa *et al.* (1990) definiram que a participação, em sociedades democráticas, envolve a integração de três aspectos: "(i) quando a população faz parte (ou seja, quando pertence e é integrante); (ii) quando participa da implementação de ações adaptativas e (iii) quando influencia parte das ações realizadas". Os autores acrescentam que a participação popular não é um processo automático nem espontâneo,

mas requer uma aprendizagem contínua, ou seja, a implementação de ações que aumentem a capacidade das comunidades de analisar a realidade e influenciá-la (Robirosa *et al.*, 1990).

Nesse contexto, a cartografia de risco está assumindo uma nova importância, indo além da perspectiva exclusiva do cartógrafo ao considerar a participação social, o que confere às comunidades um papel mais ativo (Andrade e Carneiro, 2009). Em outras palavras, isso permite que a representação cartográfica contemporânea seja elaborada também por grupos sociais historicamente excluídos dos processos decisórios (Acselrad, 2013).

O mapeamento participativo é uma técnica cartográfica inserida no campo da cartografia social, que possibilita a inclusão de populações locais, como comunidades, no processo de mapeamento, sistematizando e reconhecendo seu conhecimento espacial e ambiental (Chambers, 2006; Acselrad, 2013; Ciccotti *et al.*, 2020). Essa abordagem visa uma participação ativa da comunidade na construção de mapas, incorporando elementos de significado relevante. Simultaneamente, permite que os detalhes em seus territórios sejam incluídos, corrigidos, eliminados ou modificados, facilitando uma interação propícia para a redução do risco de desastres (Natenzon e Funtowicz, 2003; Chambers, 2006; Acselrad, 2013; Ciccotti *et al.*, 2020). Dessa forma, essa prática auxilia tanto os grupos mais vulneráveis na defesa de seus direitos quanto as diversas esferas governamentais a se tornarem mais eficientes na redução do risco de desastres (Listo *et al.*, 2022).

2. RECONHECIMENTO DO MUNICÍPIO

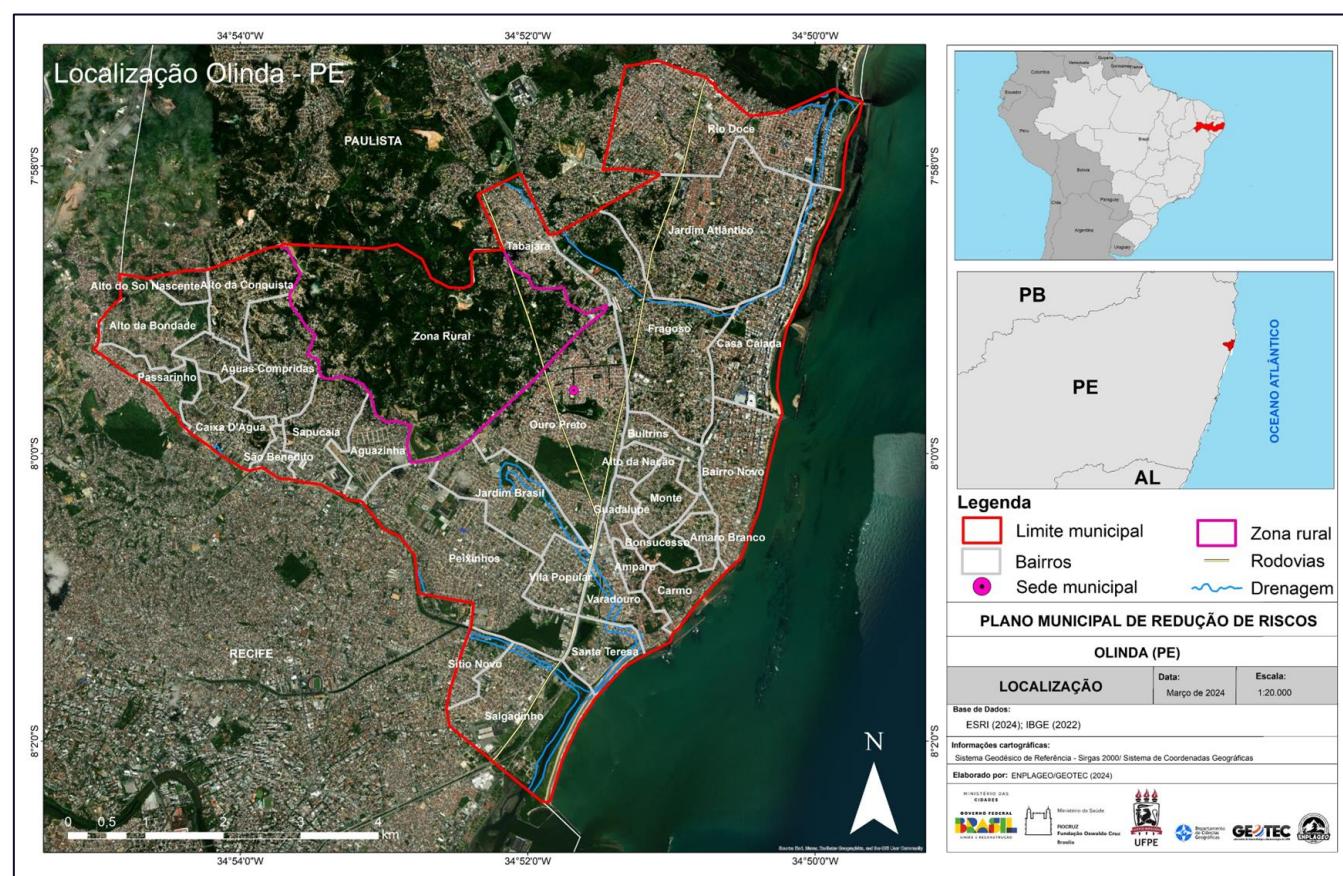
O município de Olinda, inserido na Região Metropolitana do Recife (RMR), encontra-se localizado no litoral leste do Nordeste brasileiro, fazendo divisa com os municípios de Recife e Paulista (Figura 2.1).

O município abrange aproximadamente uma área de 43,55km², com amplitude média variando de 1m a leste a 73 m a oeste (Figura 2.2), e conta com uma população de 349.976 habitantes (IBGE, 2023), onde 98,02% residem na zona urbana e apenas 1,98% na zona rural.

Segundo levantamentos realizados pelo IBGE (2018) cerca de 58.605 habitantes (16,74% da população) ocupam áreas de risco, principalmente em assentamentos precários. De acordo com o Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE em 2023, a densidade demográfica bruta do município é de 8.474,00 hab/km², o que o caracteriza como uma área predominantemente urbana.

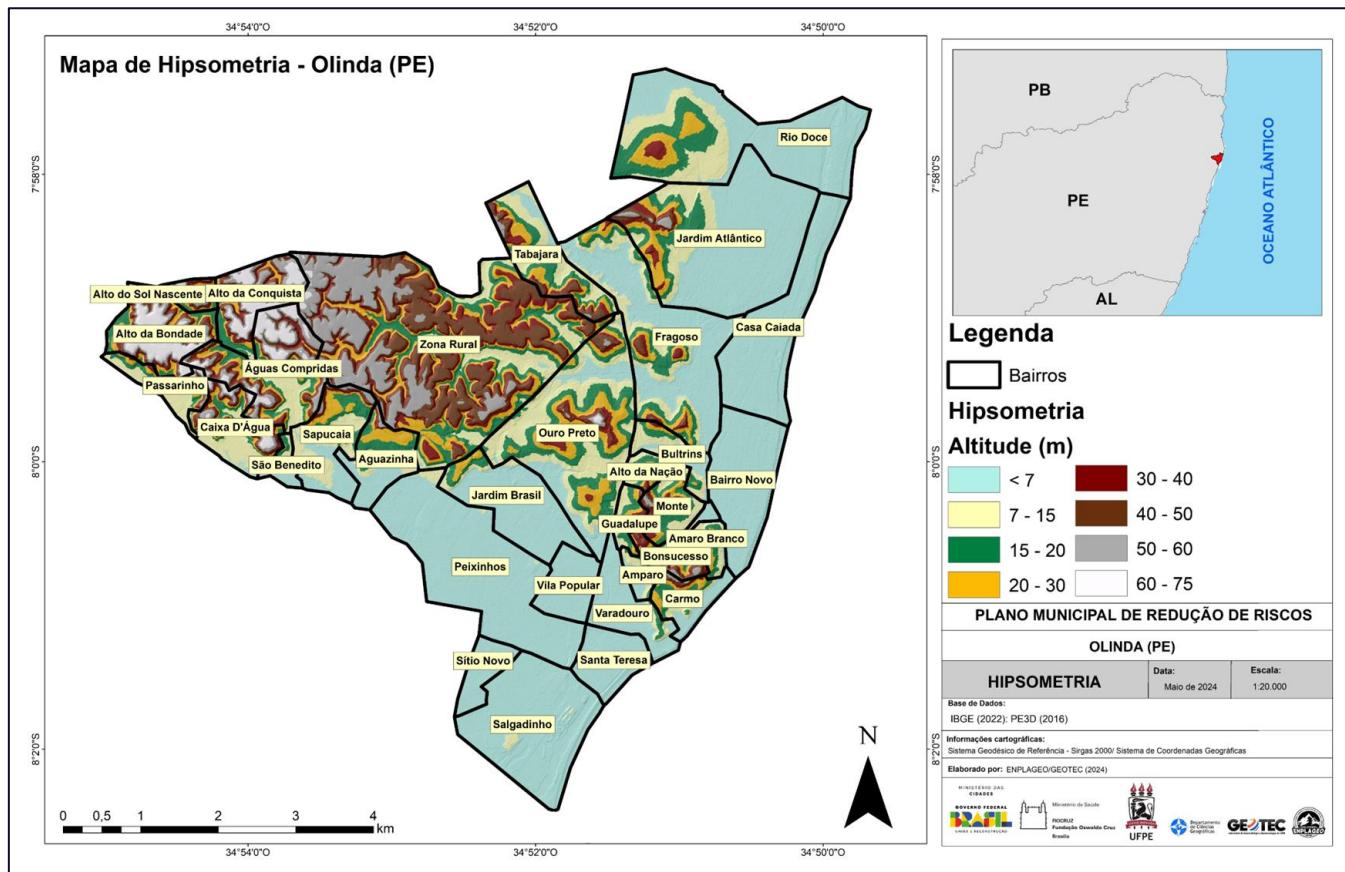
A rede de drenagem em Olinda é caracterizada por uma variedade de cursos d'água, incluindo rios, riachos e canais, que drenam as águas pluviais e superficiais da área urbana e periurbana. Destacam-se entre esses cursos d'água o Rio Beberibe, o Rio Paratibe, o Canal dos Bultrins e o Canal do Fragoso (CPRH, 2008). A morfologia do terreno influencia a configuração da rede de drenagem, com vales profundos e superfícies planas determinando a direção e o padrão dos fluxos de água (Figura 2.3).

Figura 2.1: Mapa de Localização do município de Olinda (PE).



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Base de dados: IBGE (2022), ESRI (2024), Prefeitura de Olinda (2024).

Figura 2.2: Mapa de Hipsometria do município de Olinda (PE).



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). **Base de dados:** PE3D (2016), IBGE (2022).

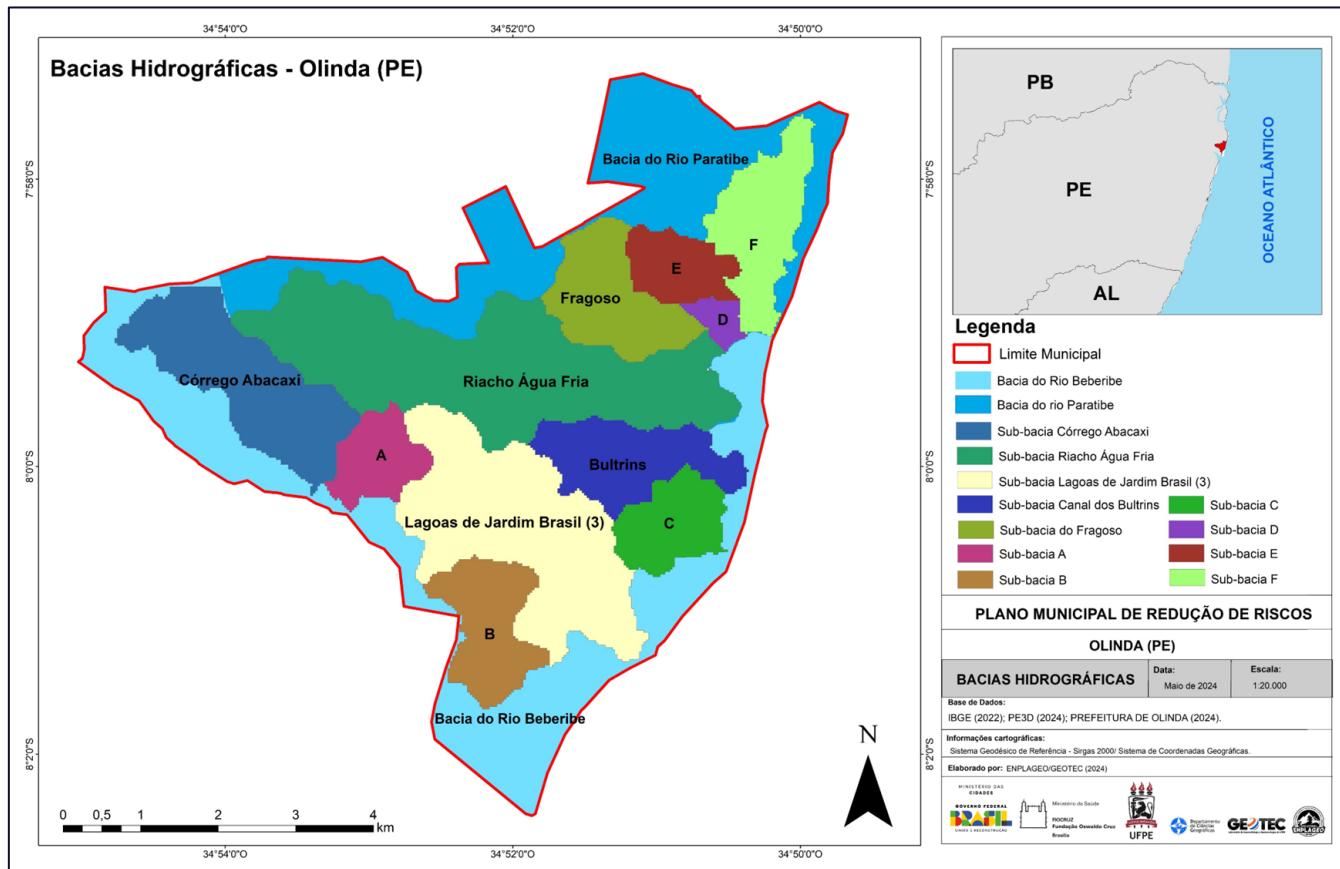
As principais bacias hidrográficas que englobam o território de Olinda são a Bacia do Rio Beberibe e a Bacia do Rio Paratibe, composta por várias sub-bacias, algumas das quais identificadas por nome e outras não² (Figura 2.3). A Bacia do Rio Beberibe tem uma área total de drenagem de 79 km² e abrange parte do município de Olinda, além de outros municípios da Região Metropolitana do Recife, como Recife e Camaragibe (CPRH, 2008). Já a Bacia do Rio Paratibe possui uma área de drenagem de cerca de 28,5 km² e abrange principalmente o município de Olinda, com algumas áreas também pertencentes aos municípios de Paulista.

No município de Olinda, a Bacia do Rio Beberibe representa 19,3% de sua área total, abrangendo 44,87% do território municipal, equivalente a 18,32 km². Os principais afluentes dessa bacia incluem o Canal Lava Tripa, o Canal Azeitona, o Canal da Malária e as Lagoas de Jardim Brasil (Figura 2.3), além da Lagoa de Santa Tereza e a Lagoa da Pulsação. Por outro lado, a Bacia do Rio Paratibe ocupa 55,13% do território municipal, totalizando 24,51 km². Seus principais afluentes são o Riacho da Mirueira, o Riacho

² Nas sub-bacias em que não foi viável atribuir nomes baseados nos afluentes principais, foram designados códigos compostos por letras.

Fragoso, o Riacho Ouro Perto, o Canal dos Bultrins, o Canal Bultrins Fragoso, o Canal das Tintas e a Lagoa do Fragoso (Prefeitura da Cidade de Olinda, 2024).

Figura 2.3: Mapa de Hidrografia do Município de Olinda (PE).



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). **Base de dados:** PE3D (2016), IBGE (2022), Prefeitura de Olinda (2024).

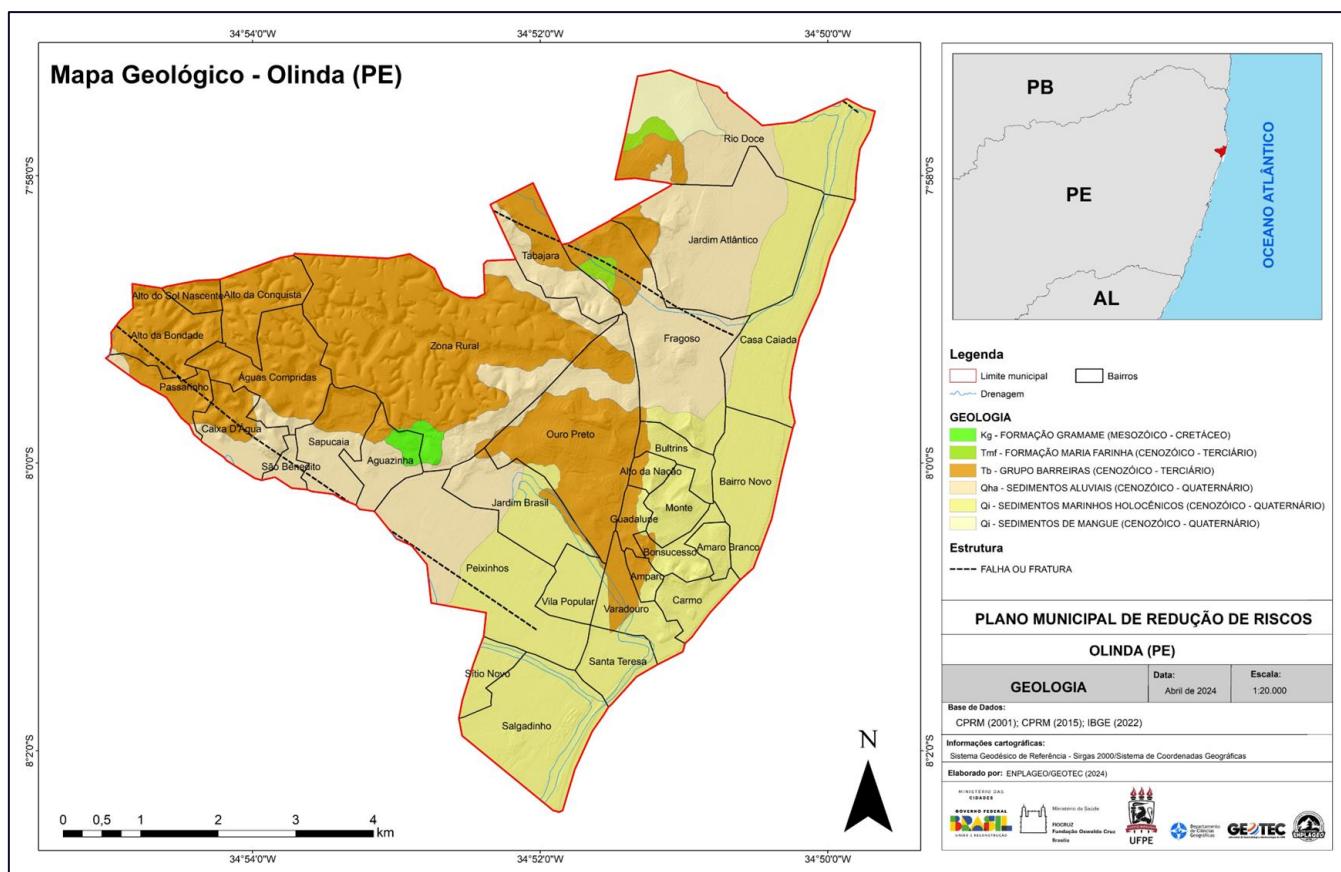
Apesar da importância das bacias hidrográficas de Olinda para o abastecimento hídrico, a biodiversidade e o equilíbrio ambiental, essas áreas enfrentam diversos desafios relacionados à degradação ambiental, à poluição dos cursos d'água e às inundações urbanas. A urbanização sem controle adequado, o desmatamento das áreas de preservação permanente (APPs) e o lançamento inadequado de resíduos sólidos e esgotos contribuem significativamente para esses problemas (Silva Junior *et al.*, 2018).

Quanto as características geológicas (Figura 2.4), Olinda está localizado na Bacia Paraíba, fazendo parte da faixa sedimentar costeira, intimamente relacionados aos processos de deriva continental, separação dos continentes sul-americano e africano, e à formação do oceano Atlântico (Souza, 2006). O substrato da Bacia da Paraíba é composto por rochas pré-cambrianas que fazem parte da Província Borborema e se comporta como uma rampa estrutural, que mergulha suavemente na direção leste, apresentando blocos falhados com baixo gradiente de relevo, dividida em três sub-bacias: Olinda, Alhandra e Miriri (Topan, 2018).

O município está situado na sub-bacia Olinda, sendo delimitada ao sul pela Zona de Cisalhamento Pernambuco e ao norte pela Falha de Goiana. Essa região inclui as unidades geológicas da Formação Gramame, Formação Maria Farinha e Grupo Barreiras (Figura 2.4).

A Formação Gramame é representada por calcários, calcários margosos e margas caracterizando ciclos de raseamento (*shallowing upward*) que retrata o estágio de instalação definitiva da transgressão marinha durante o Cretáceo, depositados em plataforma rasa com baixa ou moderada energia e sob a ação periódica de tempestades (Nascimento, 2003). A plataforma carbonática Gramame está restrita aos domínios da Bacia da Paraíba e a mudança para os calcários da Formação Maria Farinha, limite superior, é marcada por contatos gradacionais (Figura 2.4).

Figura 2.4: Mapa Geológico do município de Olinda (PE).



Fonte: CPRM (2001; 2015).

A Formação Maria Farinha se assenta de forma contígua sobre a Formação Gramame, sem qualquer discordância ou interrupção, inclinando-se para leste e exibindo uma leve ondulação na direção norte-sul (Topan, 2018). Essa formação apresenta uma composição litológica semelhante à da Formação Gramame, com variações laterais de fácies em áreas mais próximas devido a um evento regressivo (Figura 2.4). Em decorrência dessa regressão, os estratos dessa unidade foram preservados apenas na sub-bacia Olinda, em uma faixa estreita próxima ao litoral (Barbosa *et al.*, 2006; Barbosa, 2007).

A maioria das camadas da Formação Maria Farinha são fossilíferas, contendo tanto macro quanto microfósseis, incluindo exemplos como os céfalópodes nautiloides e Hercoglossa lamegoi, que são exclusivos dessa formação. Do ponto de vista litológico, a formação apresenta, na base, calcários pseudolitográficos, seguidos por calcários detriticos finos, com estratificação bem definida e uma significativa dolomitização. Em direção à porção superior, esses calcários dão lugar a calcários detriticos argilosos e margas calcárias (Topan, 2018).

A Formação Barreiras é composta por sedimentos clásticos de natureza areno-argilosa e laterítica, de origem continental, datando do período terciário. É caracterizada predominantemente por processos fluviais, evidenciados por três sistemas deposicionais principais denominados fácies: fácies de leque aluvial proximal, leque aluvial/planície aluvial e fácies de canal fluvial entrelaçado conforme a Figura 2.4 (Alheiros *et al.*, 1988; Bandeira, 2010).

As fácies sedimentares da Formação Barreiras foram categorizadas com base nas características distintas desses sedimentos em ambientes específicos, refletindo processos de transporte, deposição ou diagênese estreitamente relacionados às variações nos sistemas deposicionais continentais (Alheiros e Lima Filho, 1991). No município de Olinda, se apresentam como tabuleiros costeiros de grande extensão (Figura 2.4).

Os Sedimentos Aluviais são encontrados nos vales dos principais rios (Beberibe e Paratibe) e riachos, e são compostos por uma mistura de areia e argila, exibindo uma diversidade de tamanhos de grãos e formas morfológicas (Figura 2.4). Os sedimentos Marinhos Holocênicos se caracterizam por planícies com altitudes variando entre 7 e 10 metros, compostas principalmente por areias quartzosas de granulação média a grossa. Os grãos são predominantemente subarredondados a arredondados, com uma seleção moderada (Figura 2.4).

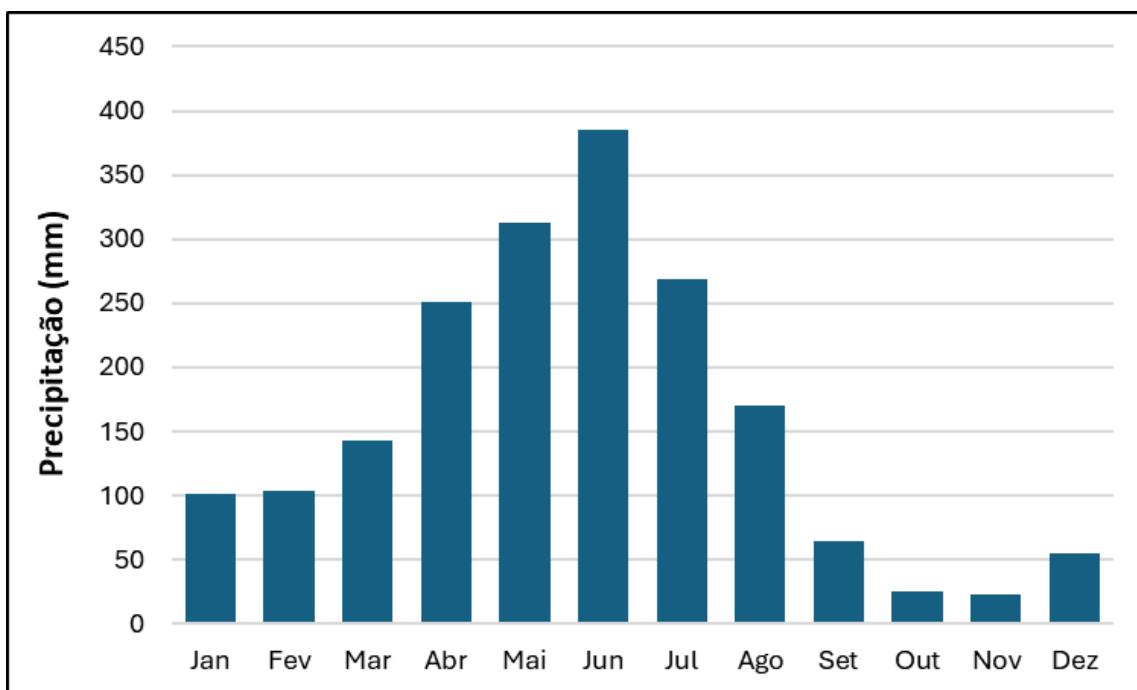
Os Sedimentos de Mangue são caracterizados por sedimentos lamosos, que incluem areias, siltes e argilas (Figura 2.4). A fração arenosa é principalmente composta de quartzo, com uma baixa presença de mica e alguns minerais pesados. Já a fração argilosa, que predomina, é composta principalmente por caulinita, esmectitas e ilitas. Em geral, esses sedimentos contêm uma grande quantidade de biodetritos (Valença, 2017).

Do ponto de vista climático, o Nordeste do Brasil (NEB) pode ser caracterizado como uma área onde as interações entre o oceano e a atmosfera desempenham um papel significativo na determinação das variações interanuais acentuada da precipitação. Ao longo do ano, o NEB permanece sob a influência das altas pressões subtropicais associadas ao anticiclone semifixo do Atlântico Sul (ASAS). No entanto, a variação na distribuição das chuvas nessa região está relacionada às mudanças na circulação atmosférica, incluindo a influência de sistemas frontais e do cavado equatorial, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Kayano e Andreoli, 2009).

Na porção oriental do NEB, o padrão de precipitação é fortemente afetado pelos Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), sistemas meteorológicos de escala sinótica que se originam na baixa troposfera tropical e avançam para o oeste sobre o Atlântico Sul durante todo o ano. Esse fenômeno é especialmente pronunciado durante as estações de outono e inverno no hemisfério sul, resultando em volumes significativos de precipitação concentrada em poucos dias (Machado *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2021).

Molian e Bernardo (2002) destacaram que, com a chegada de sistemas frontais do Hemisfério Sul (HS), ocorre a formação de uma zona de convergência ao longo da costa leste do Nordeste (ZCEN), tornando-se o principal mecanismo dinâmico para a produção de chuvas na região leste do Nordeste (ENE). Diante do exposto, as condições climáticas em Olinda, localizado na faixa litorânea do ENE, é caracterizada como tropical quente e úmida, com temperatura média anual de 26°C. A precipitação média anual é de 1.903,38mm, com valores máximos de precipitação concentrado entre os meses de abril a agosto (outono-inverno) (Figura 2.5).

Figura 2.5: Média pluviométrica mensal (2000-2023) para o Município de Olinda (PE).

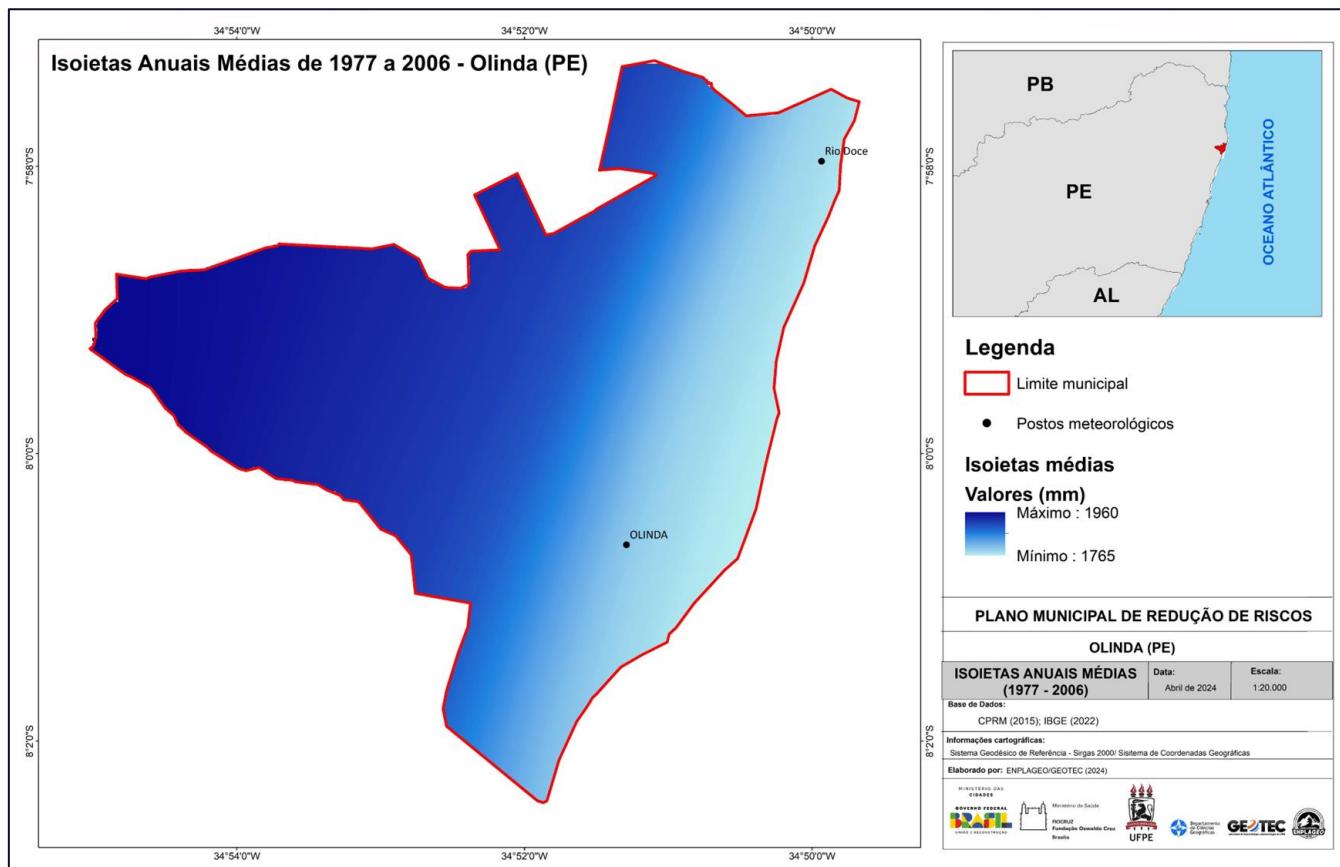


Fonte: Posto Olinda (199) - APAC (2024).

A distribuição espacial das chuvas representada pelas isoetas anuais médias para o período de 1977 a 2006, elaborada pela CPRM (2015) (Figura 2.6) ilustra como as linhas de instabilidades (LIs) são influenciadas pela circulação das brisas marítimas, em conjunto com a variabilidade diurna (que envolve a brisa marítima e o aquecimento terrestre). Essas linhas de instabilidades estão associadas a atividades convectivas que se iniciam próximo à costa no início da tarde e continuam a se deslocar para o interior do continente durante a noite (Cohen *et al.*, 2009).

Outro fator importante que deve ser considerado é a posição dos ventos alísios, que na costa do Nordeste são de leste/nordeste no começo do ano e de sudeste durante o período de abril a julho, o que coincide com a época chuvosa em Olinda. Sendo assim, durante a estação chuvosa de outono/inverno, os ventos sopram perpendicular à costa – de sudeste – favorecendo a ocorrência de convergência noturnas no interior do continente (Cavalcanti, 1982; Servain e Lukas, 1990).

Figura 2.6: Isoetas anuais média de 1977 a 2006 para o município de Olinda (PE).



Fonte: CPRM (2015).

O clima da Região Metropolitana do Recife (RMR) está intimamente ligado à formação dos solos. As elevadas taxas de umidade e as temperaturas elevadas favorecem os processos de intemperismo químico nos solos, levando à decomposição dos minerais mais suscetíveis (Alheiros *et al.*, 2003; Bandeira, 2010).

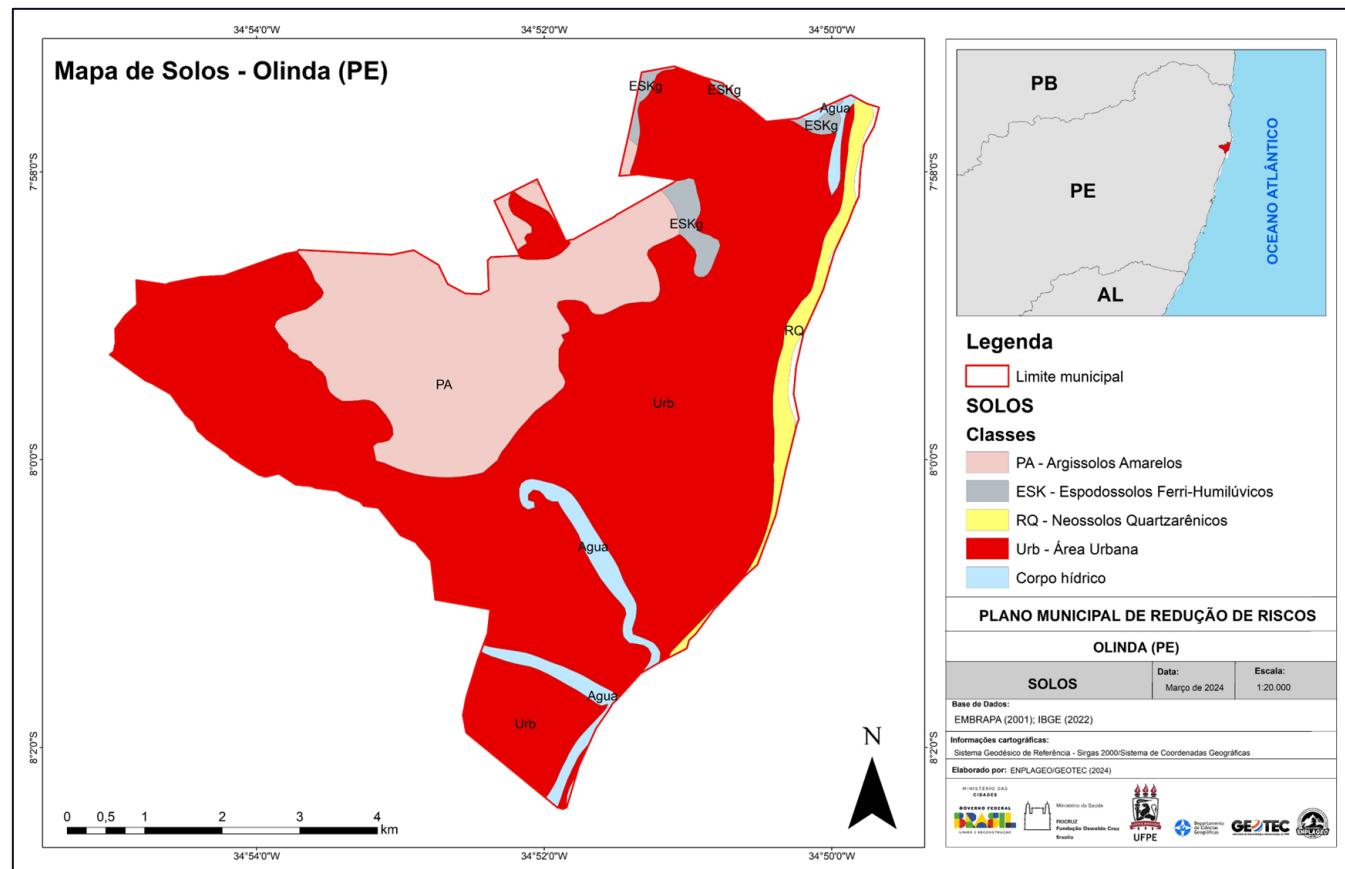
Em se tratando da cobertura pedológica, Olinda reflete a pedogênese de clima úmido, portanto, seu estágio de desenvolvimento esteve subordinado à sua posição na superfície. Com uma área urbanizada de 36,73 km², o que representa 71,68% do município, a classificação dos solos não foi realizada. Baseando-se Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade dos Solos do Estado de Pernambuco (ZAPE) da Embrapa (2001), os 6,82 km² restantes do município revelam predominância de argissolos amarelos (21,49%), seguidos por nessolos quartzarênicos (2,33%) e espodossolos (1,47%) (Figuras 2.7 e 2.8).

Os argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como característica diferencial argila de atividade baixa e horizonte Bt, imediatamente abaixo do horizonte superficial. A transição do Horizonte A para o Bt é usualmente clara e são fortemente ácidos, predominando as argilas caulínicas (Santos *et al.*, 2023).

Os argissolos são de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, com textura variando de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt. Estes solos estão associados às colinas com topo tabular localizados à oeste do município, resultado da pedogênese dos sedimentos da Formação Barreiras.

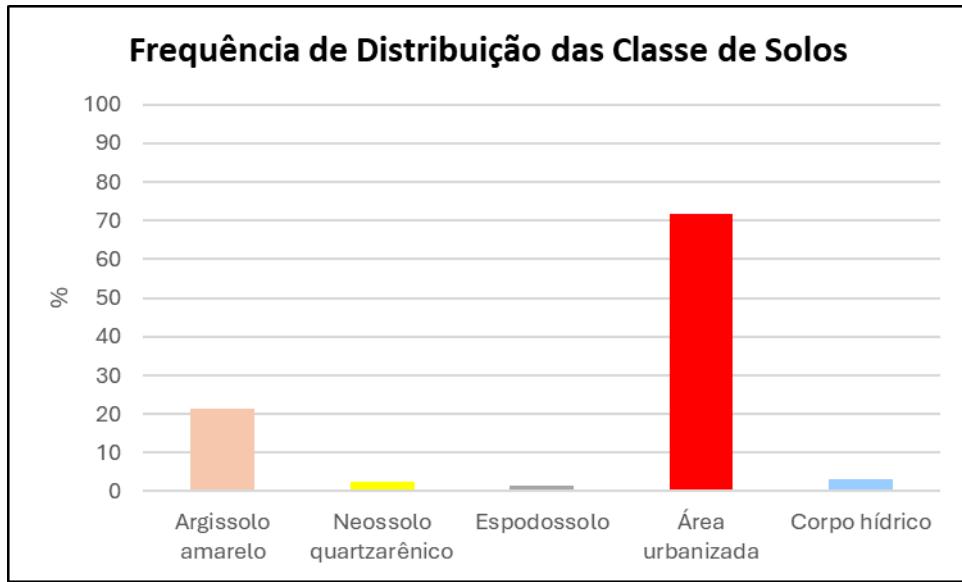
Os neossolos quartzarênicos caracterizam-se pela ausência de contato lítico ou lítico fragmentário até 50 cm da superfície, com uma sequência de horizontes A-C. Apresentam textura predominantemente arenosa ou franca em todos os horizontes até uma profundidade mínima de 150cm a partir da superfície do solo ou até o contato com um material lítico ou lítico fragmentário (Santos *et al.*, 2018). São compostos essencialmente por quartzo, calcedônia e opala, com mais de 95% desses minerais presentes nas frações areia grossa e areia fina, e praticamente sem minerais primários alteráveis, que são menos resistentes ao intemperismo.

Figura 2.7: Mapa pedológico do município de Olinda (PE).



Fonte: EMBRAPA (2001).

Figura 2.8: Percentual da distribuição das classes de solos no município de Olinda (PE).



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

Já os espodossolos ferri-humilúvicos são solos muito pobres, fortemente ácidos, oriundos de material arenoquartzoso, sob condições de elevada umidade. São solos comuns de áreas embaciadas ou deprimidas, possuindo horizonte B espódico subjacente a horizonte eluvial E ou ao horizonte A. Apresentam sequência de horizontes A, E, Bh, Bhs, ou Bs e C (Santos *et al.*, 2018). Estes solos, no município, estão associados as áreas mais baixas do relevo, a planície lagunar.

A vegetação presente no município de Olinda é influenciada por diversos fatores, incluindo condições climáticas, características geológicas e atividades humanas. Estudos fitogeográficos têm sido conduzidos para compreender a composição e a distribuição das formações vegetais nessa região.

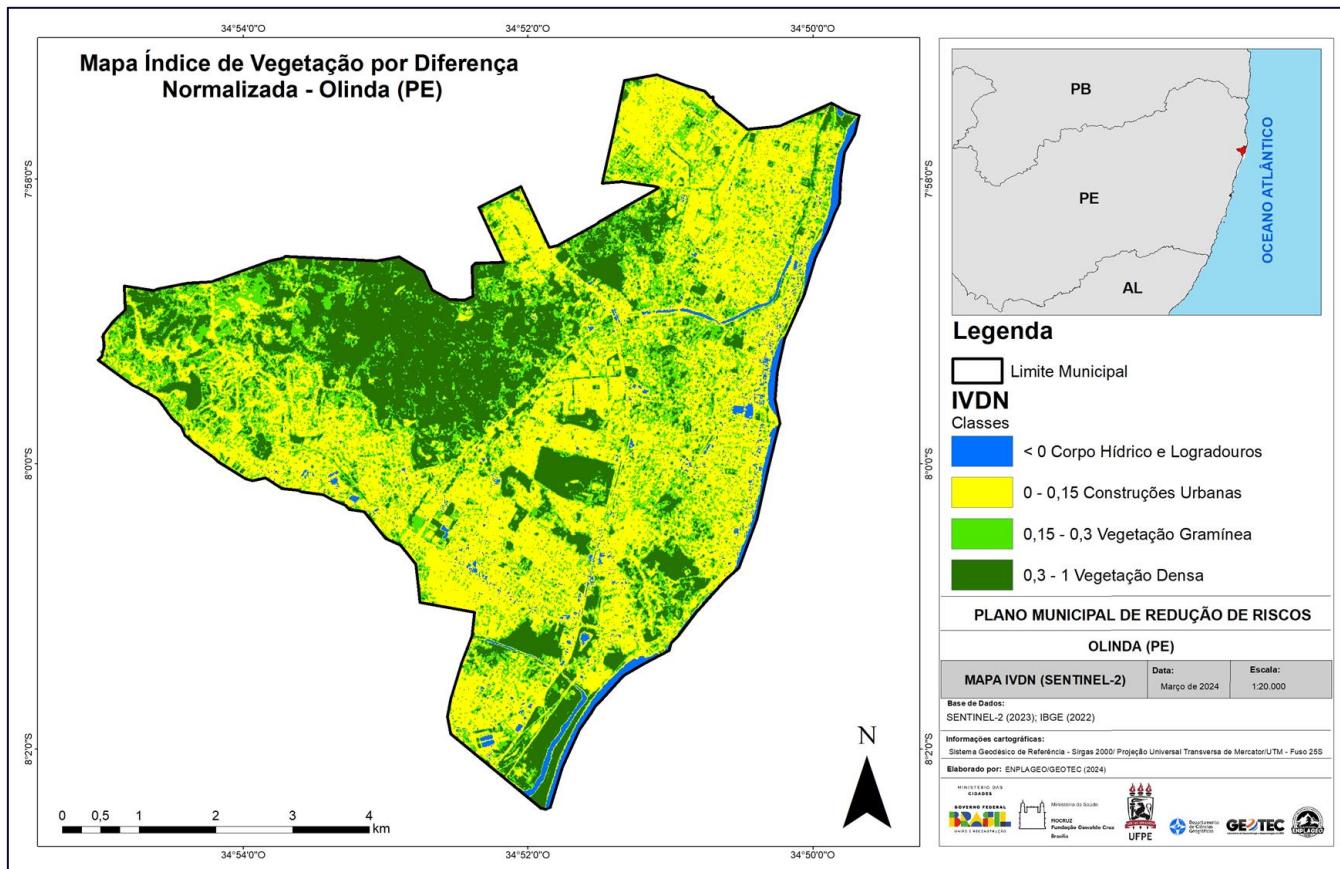
Segundo Lopes *et al.* (2022), as principais formações vegetais encontradas em Olinda incluem a Mata Atlântica, a vegetação de restinga e áreas de vegetação secundária resultantes de processos de sucessão ecológica (Figura 2.9). A Mata Atlântica é uma formação predominante, caracterizada por uma diversidade biológica excepcional e uma grande variedade de espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas (Veloso *et al.*, 1991).

No entanto, devido à intensa urbanização e fragmentação do habitat, a cobertura vegetal nativa tem sido significativamente reduzida ao longo das últimas décadas (Oliveira Junior, 2015). Isso resultou na expansão de áreas urbanas e na substituição de formações vegetais naturais por espaços construídos, agricultura e áreas degradadas.

Estudos recentes de monitoramento ambiental têm destacado a importância da preservação de remanescentes de vegetação nativa em Olinda para a conservação da biodiversidade e para a promoção da qualidade ambiental (Lopes *et al.*, 2022). Vital *et al.* (2000), por exemplo, esclarecem que estratégias de recuperação e manejo sustentável de áreas verdes em Olinda têm sido propostas como medidas para

mitigar os impactos da urbanização acelerada e promover a coexistência harmoniosa entre a população humana e a vegetação nativa.

Figura 2.9: Mapa de índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para o município de Olinda (PE).



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Base de dados: SENTINEL (2023), IBGE (2022).

2.1 Definição dos processos geológicos e hidrológicos que serão objeto de mapeamento

Há anos, Olinda enfrenta problemas contínuos relacionados a movimentos de massa e inundações no município. A necessidade de moradia, a exclusão social e o estilo de planejamento urbano adotado no município levaram a população de baixa renda a fazer escolhas residenciais com base na acessibilidade financeira, optando por áreas edificáveis de baixo custo imobiliário e, normalmente, localizadas em áreas suscetíveis a estes processos (Figuras 2.10 e 2.11).

Assim, as margens dos corpos d'água e as encostas tornaram-se alvos da ocupação informal por parte dessa população, que realizou aterramentos em áreas propensas a inundação e escavações nas encostas, sem levar em conta as características geomorfológicas e hidrológicas do terreno. Portanto, os processos que serão mapeados neste PMRR incluem os deslizamentos, especialmente os translacionais, e as inundações, uma vez que são os principais causadores de riscos de desastres para o município.

Os deslizamentos que ocorrem em Olinda são geralmente classificados como translacionais, embora outras tipologias também possam ocorrer. Os translacionais são caracterizados por movimentos rápidos de curta duração (m/s), nos quais uma superfície de ruptura planar exibe descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas dentro do material. Eles têm planos de ruptura com profundidades variando de 50cm a 5m e ocorrem durante períodos de intensas precipitações (Selby, 1993; Fernandes e Amaral, 1998; Listo *et al.*, 2022) (Figura 2.10).

Figura 2.10: Deslizamento translacional raso ocorrido no bairro de Sapucaia, em Olinda, no ano de 2019. Na imagem, é possível identificar as características típicas desses deslizamentos, como a cicatriz deixada na paisagem após o evento, que pode ser dividida em três zonas distintas: a zona de ruptura a montante (indicada pela seta), a zona de arraste e a zona de deposição a jusante, onde as moradias próximas à base da encosta foram atingidas. Além disso, é evidente a geometria planar e a rápida movimentação do processo (metros por segundo). É importante notar que mesmo encostas vegetadas estão sujeitas a deslizamentos, devido à instabilidade causada pela vegetação, especialmente quando inadequada, devido ao seu porte, peso, força da copa e raízes que acumulam água no solo, criando pontos de saturação. Esses processos, portanto, são um dos focos principais do mapeamento realizado neste PMRR.



Foto: TV Globo (2019).

Figura 2.11: Pressões antropogênicas no riacho Lava-Tripas, afluente da bacia hidrográfica do Rio Beberibe, localizado no bairro de Águas Compridas. "a" - Moradias muito próximas ao canal de drenagem com lançamento de água servida, "b" - Moradias próximas ao canal de drenagem, "c" - Presença de lixo e entulho, "d" - Estruturas de palafitas, "e" - Lixo e entulho no canal, "f" - Resultado de moradia após evento de inundação.



Fotos: Shayene Shayner de Lima Pereira (2021).

Para o município foram mapeadas 22 ocorrências de deslizamentos translacionais entre os anos de 2009 a 2022 por Xavier (2020) e Prefeitura Municipal de Olinda (2024). As ocorrências encontram-se nas proximidades de moradias localizadas em regiões com urbanização consolidada, com destaque para as áreas ao Noroeste e Oeste do município, que corresponde aos bairros de Alto do Sol Nascente, Alto da Conquista, Alto da Bondade, Águas Compridas, Passarinho, Caixa D'Água, Sapucaia e Zona Rural. A região norte do município apresentou duas ocorrências no bairro de Jardim Atlântico, e ao sul uma ocorrência no bairro de Bonsucesso.

Em Olinda, intervenções inadequadas nas encostas são perceptíveis, como a má configuração dos cortes, com altura e inclinação que não atendem aos padrões aceitáveis para o material removido, colocando em risco a estabilidade das construções. Além disso, são observados o lançamento de aterros sem compactação, o uso de vegetação inadequada e o descarte direto de efluentes domésticos, juntamente com a proximidade das fossas em relação às bordas das encostas. Esses fatores aumentam a infiltração e a sobrecarga, contribuindo significativamente para a instabilidade das encostas (CPRM, 2015). A presença de lonas, medida paliativa e temporária para prevenir deslizamentos, é evidente em várias áreas do município (Figura 2.12).

Figura 2.12: Lonas plásticas utilizadas em encostas de Olinda como medida paliativa para prevenir deslizamentos.



Foto: Diário de Pernambuco/Prefeitura de Olinda (2021).

As inundações, por sua vez, são eventos hidrológicos causados por chuvas intensas, levando ao aumento do nível da água nos cursos d'água, resultando em transbordamentos que impactam as áreas de planície e os terraços adjacentes aos rios (Bitar, 2014). Os impactos das inundações vão desde os prejuízos imediatos às casas e à infraestrutura urbana até implicações mais amplas, abarcando danos ambientais, econômicos e sociais significativos, capazes de prejudicar a economia local e a qualidade de vida dos moradores.

O fenômeno das inundações em Olinda está intrinsecamente ligado à rede de drenagem, composta pelo Rio Beberibe, Rio Paratibe e seus afluentes, Canal dos Bultrins e Canal do Fragoso, responsáveis pela maior parte do escoamento das águas superficiais na região.

Os dados de pontos críticos das inundações, fornecidos pela Prefeitura de Olinda em 2024, evidenciam que as inundações que afetam os bairros de Fragoso, Bultrins, Casa Caiada, Bairro Novo, Vila Popular e Tabajara são em grande parte resultado de atividades humanas nas áreas urbanas, contribuindo significativamente para a expansão das áreas inundadas.

Em 2013, foi iniciada a obra de revestimento do Canal do Fragoso, que foi retomada em 2024. O canal, com uma extensão de 4km, atravessa os bairros do Fragoso, Bultrins, Jardim Fragoso, Rio Doce, Jardim Atlântico e Casa Caiada. A obra consiste na implementação de medidas de engenharia hidráulica

para aprimorar a capacidade de escoamento e controle de cheias do canal, visando mitigar os impactos das inundações nas áreas adjacentes.

Entretanto, a obra no Canal do Fragoso tem gerado impactos significativos na população local, especialmente no que diz respeito às constantes inundações (Figura 2.13). Embora o projeto tenha sido concebido com o objetivo de mitigar esses eventos, relatos de moradores indicam que suas residências passaram a ser afetadas com maior frequência após o início das obras. Essas inundações recorrentes têm causado transtornos intermináveis, levando a uma sensação de alerta constante entre os residentes.

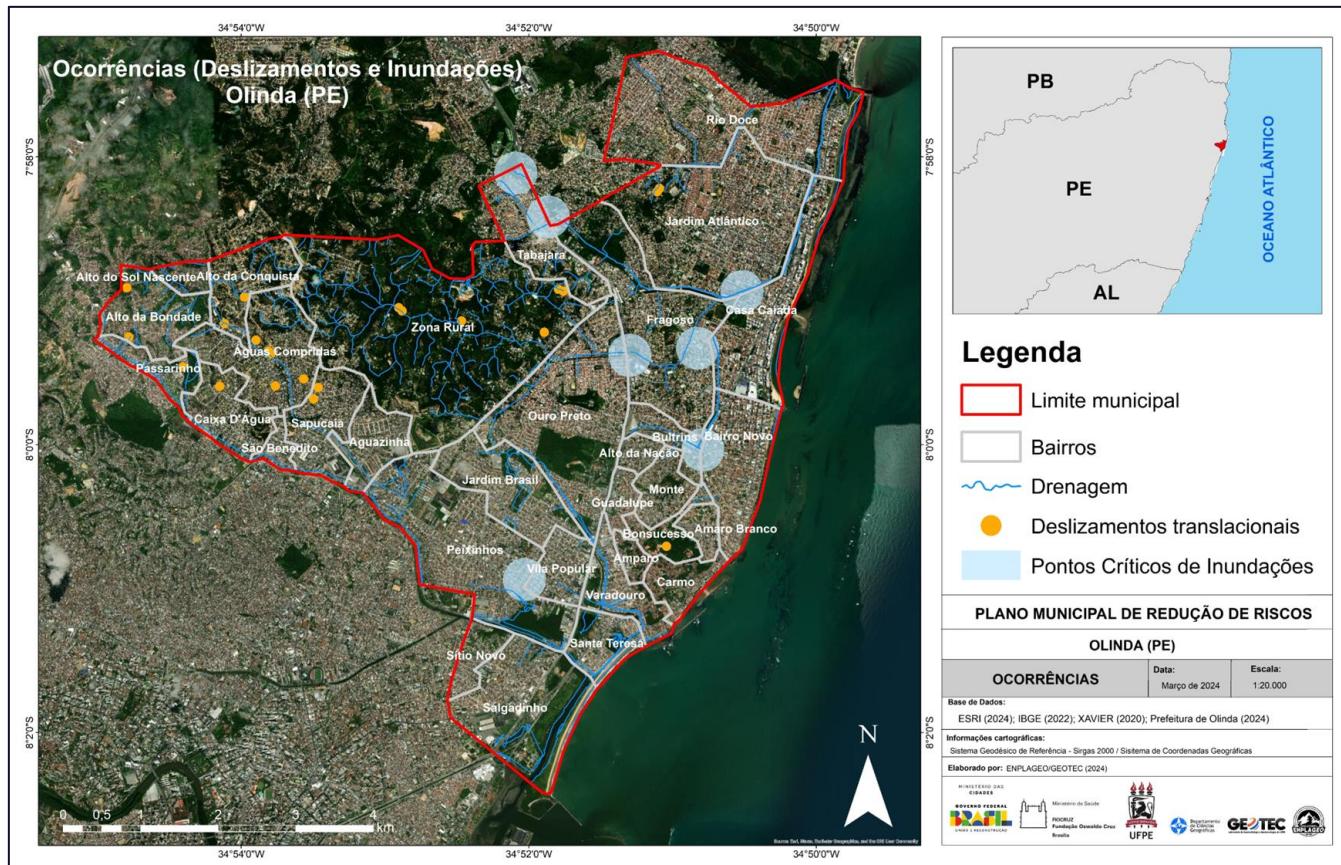
As razões para esses impactos adversos podem incluir alterações no sistema de drenagem natural, o deslocamento de águas pluviais para outras áreas não previstas e possíveis falhas no planejamento ou execução da obra. Nesse contexto, a Figura 2.14 destaca as áreas de ocorrência a deslizamentos e inundações no município, muitas das quais serão objeto de mapeamento pelo PMRR.

Figura 2.13: Inundações em Jardim Fragoso, Olinda (PE). A) Trasbordamento do Canal do Fragoso em 09/05/2016 após precipitação de 192 mm; B) Inundação no Bairro de Jardim Fragoso após a precipitação do dia 09/05/2016; C) Bairro de Jardim Fragoso inundado em 25/07/2019 após precipitação de 241 mm; D) Bairro de Jardim Fragoso após precipitação em 25/07/2019.



Fotos: A, B – Portal G1 (2016), C – Portal G1 (2019), D - Mario Tama (2019).

Figura 2.14: Mapa com distribuição das ocorrências de deslizamentos translacionais e inundações no município de Olinda (PE).



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Base de dados: Xavier (2020), IBGE (2022), Prefeitura de Olinda (2024), ESRI (2024).

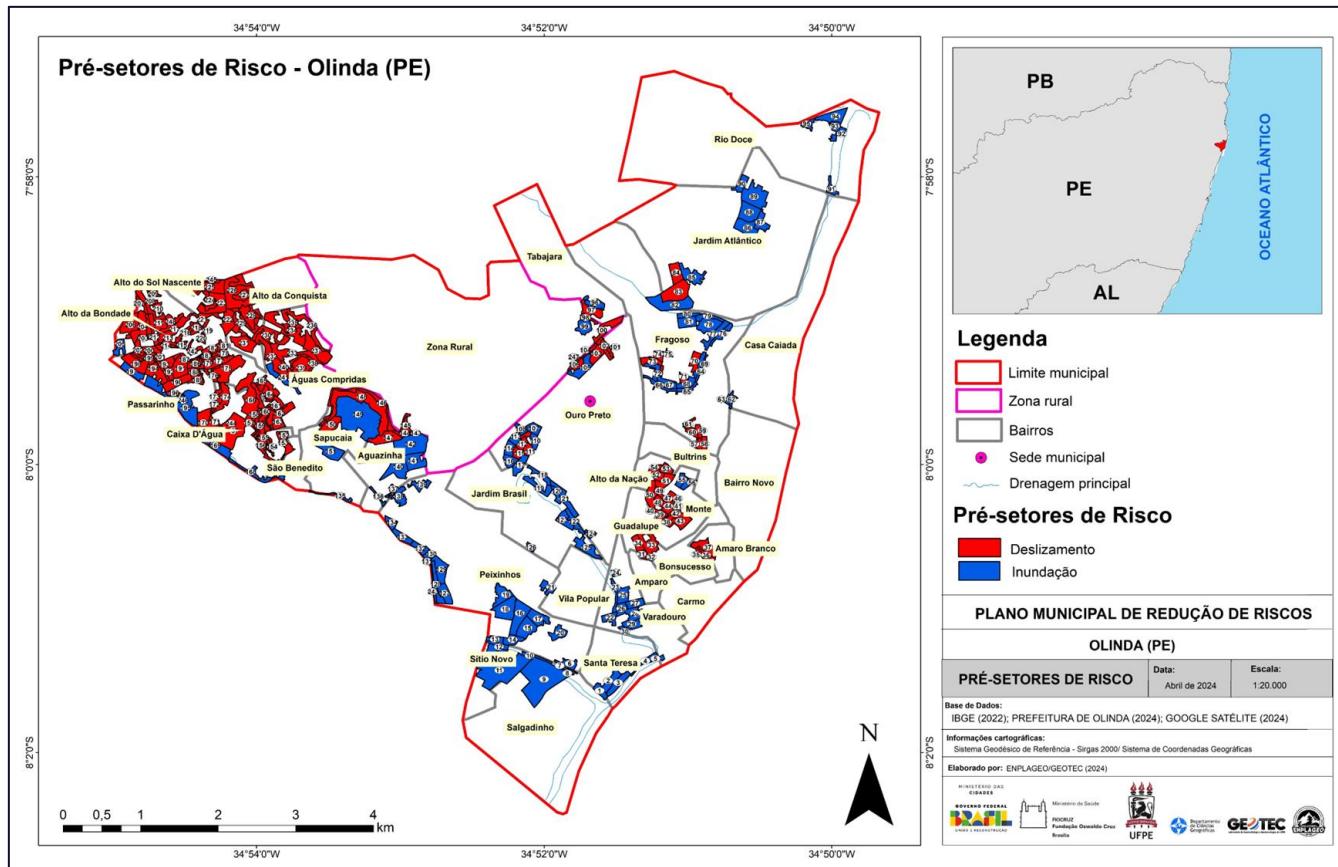
2.2 Definição inicial das áreas de mapeamento

Foram delimitados 248 pré-setores de risco no município, delineados como áreas prioritárias para os mapeamentos de risco (Figura 2.15). Os critérios de pré-setorização são detalhados nos itens “3.12.1.1” e “3.12.2.1” deste relatório. Dentro deste conjunto, 144 pré-setores são considerados de risco para deslizamentos, enquanto 104 são de risco a inundações (Figura 2.15 e Anexo 2.1). Cada pré-setor recebeu uma numeração sequencial, conforme mostrado na Figura 2.15 e no Anexo 2.1.

Os pré-setores também foram agrupados por bairros do município, como mostrado no Quadro 2.1, destacando os bairros mais afetados que serão alvos das atividades de campo da equipe técnica, tanto para a aplicação das fichas de campo (setorização) quanto para o aerolevantamento com drone.

É importante salientar que a configuração final dos setores pode ser ajustada com base na realidade observada durante as vistorias de campo e nos sobrevoos. Contudo, a identificação prévia dos pré-setores é um passo crucial para orientar a equipe técnica nas atividades de campo e iniciar os trabalhos de mapeamento, facilitando o planejamento do cronograma, logística e a preparação dos materiais necessários, incluindo planos de voo.

Figura 2.15: Mapa de pré-setores de risco a deslizamento e inundação delimitados no município de Olinda (PE). Os critérios para delimitação dos pré-setores são explicados nos itens “3.12.1.1” e “3.12.2.1” deste relatório.



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Base de dados: IBGE (2022), Prefeitura de Olinda (2022); Google Satélites (2024).

Quadro 2.1: Número de pré-setores de risco por bairro.

BAIRROS DE OLINDA	NÚMERO DE PRÉ-SETORES
ÁGUAS COMPRIDAS	30
AGUAZINHA	7
ALTO DA BONDADe	31
ALTO DA CONQUISTA	5
ALTO DA NAÇÃO	5
ALTO DO SOL NASCENTE	5
AMARO BRANCO	2
BONSUCESSO	2
CAIXA D'ÁGUA	16
FRAGOSO	25
GUADALUPE	4

CASA CAIADA	1
JARDIM ATLÂNTICO	8
JARDIM BRASIL	8
MONTE	13
OURO PRETO	18
PASSARINHO	8
PEIXINHOS	22
RIO DOCE	5
SALGADINHO	3
SANTA TERESA	5
SAPUCAIA	6
SÍTIO NOVO	2
TABAJARA	2
VARADOURO	9
ZONA RURAL	6
TOTAL	248

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

3. DETALHAMENTO DA METODOLOGIA E PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO DO MAPEAMENTO DE RISCO

3.1 Equipe técnica

A equipe técnica encarregada de elaborar o PMRR é composta por profissionais especializados em Geomorfologia, Mapeamento geológico-geotécnico, Cartografia, Geotecnologias, Sistemas de Informações Geográficas, Engenharias, Ciências Geodésicas, Aerofotogrametria, Recursos Hídricos e Hidrologia, Serviço Social, Planejamento Urbano e Arquitetura (conforme detalhado no Quadro 3.1), cada um com uma ampla expertise multidisciplinar, considerada essencial para a metodologia de mapeamento de risco a ser utilizada.

O coordenador desempenhará um papel central na organização das atividades, garantindo a convergência dos objetivos do projeto com as metas específicas de cada membro da equipe. Ele terá a responsabilidade de monitorar o andamento do PMRR e supervisionar as questões financeiras conforme o cronograma estabelecido. Além disso, será encarregado de coordenar a comunicação dos resultados de forma sistemática e eficaz para a população. Os pesquisadores irão colaborar com os grupos de trabalho e estudantes para conceber e executar as ações, visando integrar efetivamente os recursos e conhecimentos disponíveis. Essa abordagem visa a maximizar a utilização das informações e equipamentos, promovendo uma sinergia no âmbito do PMRR. A equipe do PMRR realiza sua reunião geral de equipe e monitoramento semanalmente, todas as segundas-feiras, além de reuniões semanais em grupos de trabalho (Figura 3.1).

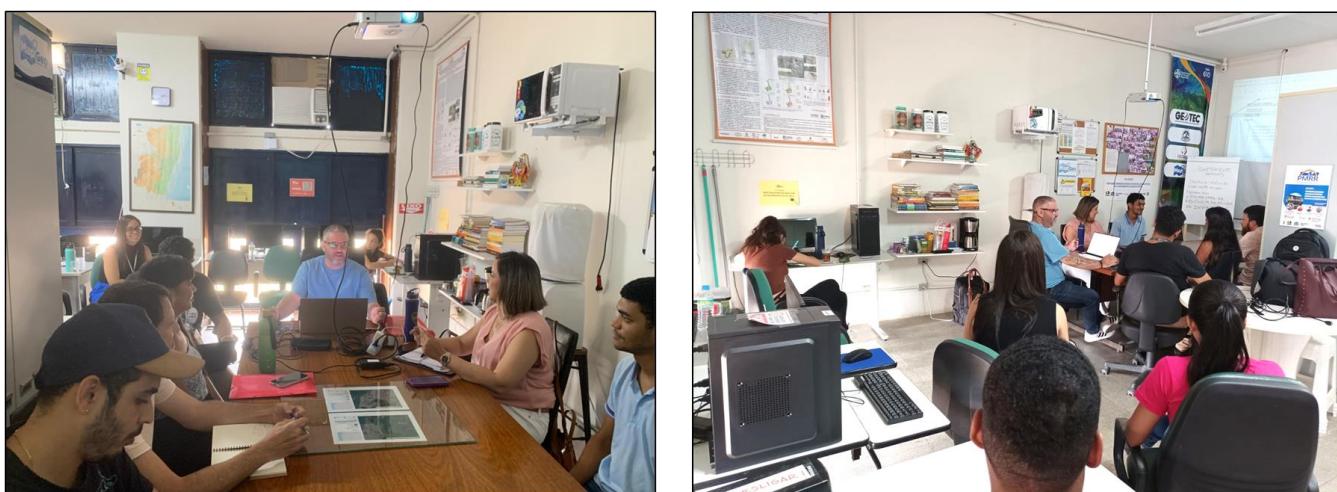
Quadro 3.1: Equipe técnica responsável pelo PMRR de Olinda/PE.

PROFISSIONAL	FUNÇÃO/ATRIBUIÇÃO	QUALIFICAÇÃO
Fabrizio de Luiz Rosito Listo (UFPE)	Coordenador geral	Graduado em Geografia (PUC-SP) Doutor em Geografia Física (USP)
Danielle Gomes da Silva Listo (UFPE)	Vice-Cordenadora	Graduada em Geografia (UFPE) Doutora em Geografia (UFPE)
Lígia Albuquerque de Alcântara Ferreira (UFPE)	Pesquisadora	Graduada em Engenharia Cartográfica (UFPE) Doutora em Engenharia Civil (UFPE)
Rhaissa Francisca Tavares de Melo Balder (FAST)	Pesquisadora	Graduada em Geografia (UFPE) Doutora em Geografia (UFPE)
Rodrigo Mikosz Gonçalves (UFPE)	Pesquisador	Graduado em Engenharia Cartográfica (UFPR) Doutor em Ciências Geodésicas (UFPR)
Caio Maurício Eurico de Oliveira (IFPE)	Pesquisador	Graduado em Geografia (IFPE)
Camila Maia Dias Silva (UFPE)	Pesquisadora	Graduada em Arquitetura e Urbanismo (UnB) Mestranda em Geografia (UFPE)
Edla Dourado de Souza Oliveira (UFPE)	Pesquisadora	Graduada em Geografia (UFPE)
Ivanna Nunes Monterazo Silva (UFPE)	Pesquisadora	Graduada em Geografia (UFPE) Mestranda em Geologia (UFPE)
Joana Gabrielly Carias do Nascimento (UFPE)	Pesquisadora	Graduada em Geografia (UFPE) Mestranda em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (UFPE)
Raul Gomes da Silva (UFPE)	Pesquisador	Graduado em Geografia (UFPE) Mestrando em Ciências do Solo (UFRPE)
Igor Gustavo Ferreira de Oliveira (UFPE)	Pesquisador	Graduado em Geografia (UFPE) Mestrando em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPE)

Tawana de Melo Pereira (UFPE)	Pesquisadora	Graduada em Geografia (UFPE) Doutoranda em Geografia (UFPB)
Edwilson Medeiros dos Santos (UFPE)	Pesquisador	Graduado em Geografia (UFPE) Doutorando em Geografia (UFPE)
Keila Maria Bezerra de Lima Ferreira (UFPE)	Pesquisadora	Graduada em Serviço Social (Unicap) Mestranda em Geografia (UFPE)
02 Engenheiros Civis Geotécnicos	Consultores responsáveis pelos projetos e estimativa de custos das intervenções estruturais a serem apresentadas	A serem selecionados com experiência comprovada em geotecnia e hidrologia.
Caio Rodrigo Gomes (UFPE)	Estagiário	Graduando em Geografia (UFPE)
João Lucas Marques Presbítero (UFPE)	Estagiário	Graduando em Geografia (UFPE)
José Luiz da Silva (UFPE)	Estagiário	Graduando em Geografia (UFPE)
Manoel José Correia Neto (UFPE)	Estagiário	Graduando em Geografia (UFPE)
Mariana Regina Oliveira de Freitas (UFPE)	Estagiária	Graduanda em Geografia (UFPE)
Melquizedek Luísdon Nunes Dantas (UFPE)	Estagiário	Graduando em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura (UFPE)
Miguel Jorge do Nascimento (UFPE)	Estagiário	Graduando em Geografia (UFPE)
Victória Regina da Silva Cruz (UFPE)	Estagiária	Graduanda em Geografia (UFPE)

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

Figura 3.1: Reunião semanal da equipe técnica para o planejamento e monitoramento do PMRR, todas as segundas-feiras nas dependências do Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologias da UFPE.



Fotos: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

3.2 Levantamento de Dados e Produção Cartográfica

Nesta etapa, foi desenvolvido um banco de dados cartográficos para o município de Olinda, utilizando uma variedade de materiais. Os mapas básicos e temáticos foram elaborados por meio da aquisição de dados vetoriais e matriciais disponíveis em instituições governamentais (Quadro 3.2). Os dados foram processados no software ArcGIS 10.8 (licenciado ao Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologia-GEOTEC/UFPE). As bases cartográficas foram convertidas para o Sistema de Coordenadas Geográficas, utilizando o Datum SIRGAS 2000.

Quadro 3.2: Bases cartográficas utilizadas na produção dos mapas temáticos.

Dados Matriciais e Vetoriais	Fontes
Limites municipais, sedes municipais, malha rodoviária, drenagem, bairros, zona rural.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022).
Litologia e falhas geológicas.	Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2014).
Classe de solos.	Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária – EMBRAPA (2001).
Uso do solo.	Projeto MapBiomas (Coleção 8, 2022).
Pontos de inundação.	Prefeitura Municipal de Olinda (2024)
Isoetas anuais médias de 1977 a 2006.	Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2014).

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

3.3 Parâmetros topográficos

Os mapas topográficos, que incluem hipsometria, declividade e curvatura, foram produzidos utilizando um MDT (Modelo Digital do Terreno) com resolução espacial de 1 metro. Este MDT foi obtido por meio do Programa Pernambuco Tridimensional (PE3D), fornecido pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco (SEDEC, 2016).

O mapa de declividade foi produzido utilizando a opção *Slope* disponível na ferramenta *ArcToolBox/Spatial Analyst Tools/Surface* e classificados em cinco intervalos de declividade em porcentagem, seguindo a metodologia proposta pelo IBGE (2009), sendo elas: Muito Fraca (Mfa): < 3%, Fraca (Fa): 3 – 8%, Moderada (Mo): 8 – 20%, Forte (Fo): 20 – 45%, Muito Forte (Mfo): >45%.

O mapa de curvatura foi criado usando a ferramenta *Curvature*, dentro da extensão *ArcToolBox/Spatial Analyst Tools/Surface Analysis*. Essa ferramenta classifica a curvatura das encostas em formas côncavas, retilíneas ou convexas. O mapa foi calibrado conforme a classificação proposta por Valeriano (2003), onde, a distribuição de classes do mapa de curvatura, a forma convexa é representada por valores maiores que 0,08; a forma retilínea está entre -0,08 e 0,08; e a forma côncava é menor que -0,08.

3.4 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN)

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada é amplamente empregado devido à sua simplicidade de cálculo, interpretação acessível e habilidade de mitigar parcialmente os efeitos atmosféricos (Mandla, 2017). Este índice foi inicialmente introduzido por Rouse *et al.* (1974) e pode ser calculado conforme apresentada por Rosa (2007) e Boratto e Gomide (2013).

A fase de processamento dos dados seguiu uma seguinte sequência cronológica: inicialmente, foram adquiridos os dados rasters do satélite Sentinel-2A, seguido pelo pré-processamento e

georreferenciamento das imagens para gerar o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN). Em seguida, os valores foram extraídos utilizando a calculadora raster no software ArcGIS versão 10.8, e por fim, os valores obtidos foram comparados entre os cenários correspondentes.

A aquisição de imagens foi realizada utilizando a plataforma online do *EarthExplorer* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), e as imagens foram obtidas por meio do satélite Sentinel-2A. As imagens adquiridas têm uma resolução espacial de 10m e foram convertidas em formato vetorial. O processo de georreferenciamento foi realizado utilizando o Datum do sistema de projeção cartográfica SIRGAS 2000.

Para produção do IVDN foram utilizadas as bandas de VERMELHO (RED), comprimento de Onda Central (Nanômetro) de 665, e INFRAVERMELHO (NIR) comprimento de Onda Central (Nanômetro) de 842. Para a determinação do IVDN foi utilizado a ferramenta *Raster Calculator*.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) foi calculado utilizando a Equação 3.1:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}) \quad (\text{Equação 3.1})$$

Onde: NIR indica as bandas do Infravermelho e RED indica as bandas espectrais do Vermelho.

Os valores do IVDN podem variar de -1 a 1. Valores mais próximos de 1 indicam alta densidade de vegetação, enquanto valores próximos de -1 indicam ausência de vegetação. Valores próximos de 0 podem indicar características como solo exposto, corpos d'água ou outras superfícies não vegetadas (Rouse *et al.*, 1974).

3.5 Inventário/Ocorrências de Deslizamentos

As ocorrências de deslizamentos para o município de Olinda foram adquiridas a partir do Banco de Dados Geográficos elaborado por Xavier (2020), além de dados recentes cedidos pela prefeitura municipal. Os dados referem-se ao intervalo temporal de 2009 a 2022, obtidos a partir de dados secundários, sendo eles:

- a) Trabalhos acadêmicos relacionada à ocorrência de deslizamentos no município pesquisado online nas plataformas Google Scholar e Periódicos CAPES, sem restrições a datas de publicação;
- b) Relatórios técnicos de instituições públicas, disponibilizados gratuitamente, tais como Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), entre outros;
- c) Banco de Dados de ocorrência disponibilizados gratuitamente pelas Defesas Civis Municipais; e
- d) Notícias jornalísticas disponibilizadas/divulgadas em jornais e revistas do estado e nacionais com ocorrências pretéritas.

As ocorrências foram geolocalizadas pelo autor usando o endereço fornecido pela fonte secundária, sendo registradas como pontos em um arquivo ".KML". Posteriormente, a ferramenta *conversion tools* do software ArcGIS 10.5 foi empregue para converter o arquivo ".KML" em um arquivo vetorial ".SHP", possibilitando o armazenamento em um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Em ambiente SIG, as ocorrências foram codificadas e representadas por vetores do tipo ponto, considerando a escala do Banco de Dados, que impossibilitou a representação por vetores do tipo polígono. O uso do SIG permitiu a elaboração dos mapas de ocorrências de deslizamentos com legenda compatível aos planos de informação do BDG, com um total de 21 ocorrências para o município de Olinda no período analisado.

3.6 Mapeamento Geomorfológico

O mapeamento geomorfológico foi elaborado conforme os procedimentos técnicos e classificação descritos no Manual Técnico de Geomorfologia (2009) e Mapeamento dos Recursos Naturais do Brasil (IBGE, 2022). Esses documentos categorizam as paisagens geomorfológicas em unidades de grandeza hierarquicamente divididas em Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevo Simbolizadas.

Os procedimentos técnicos foram realizados no ambiente do ArcMap/ArcGIS 10.8 utilizando o Modelo Digital de Elevação (MDE) e o Modelo Digital de Terreno (MDT), com resolução espacial de 1 metro, adquirido por meio do PE3D. Como etapa inicial para o reconhecimento, caracterização e classificação das unidades de relevo, foram primeiramente gerados os mapas de hipsometria e declividade a partir do MDE. Em seguida, a partir do MDT, foram extraídas curvas de nível com intervalos de 5 m e foram gerados perfis topográficos.

A interpretação visual inclui a identificação e a comparação de vários parâmetros espaciais e espectrais que compõem os padrões das imagens, tais como: tamanho, textura, forma, posição topográfica e iluminação.

IBGE (2009) esclarece que como ponto de partida, a interpretação deve explorar fundamentalmente aspectos como os padrões de drenagem e a textura da superfície para o reconhecimento do relevo. O arranjo geométrico da drenagem e dos interflúvios dita o padrão predominante de um modelado, que, por sua vez, exibe determinada textura na imagem.

Sendo assim, detectada as diferenças textural e tonal, conjugadas ao arranjo geométrico da drenagem, foi possível traçar polígonos onde foram definidos os tipos de modelados e formas de relevo, inserindo as legendas correspondentes a cada polígono com seus respectivos índices.

A análise dos aspectos comuns, como a similaridade de formas de relevo, níveis de dissecação, processos morfogenéticos predominantes e altimetria relativa, possibilitou que se agrupassem os diversos tipos de modelados em conjuntos que se constituíram nas unidades geomorfológicas.

Cada unidade é designada com um identificador sequencial, seguindo a ordem de todas as unidades listadas no banco de dados. Além disso, cores com tonalidades semelhantes são empregues para relacionar as unidades pertencentes ao mesmo Domínio Morfoestrutural (IBGE, 2009).

Deste modo, o tom amarelo foi designado para representar os Depósitos Sedimentares Quaternários, enquanto o verde foi atribuído às Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas. Por sua vez, as tonalidades de marrom e laranja foram utilizadas para agrupar as unidades relacionadas aos Cinturões Móveis Neoproterozóicos dos Cráticos Neoproterozóicos, como designado por IBGE (2009).

As cores mais escuras foram selecionadas para representar unidades com altitudes médias mais elevadas, enquanto tons mais claros foram atribuídos a unidades topograficamente mais baixas em comparação com as unidades geomorfológicas vizinhas.

Por fim, na denominação das unidades, tomou-se como critérios a predominância das formas de relevo, a localização geográfica, seu estado de conservação ou de degradação, as feições de detalhe e a toponímia regional.

3.7 Mapa de suscetibilidade à deslizamentos translacionais: modelo SHALSTAB e cenários sugeridos

O modelo SHALSTAB (*Shallow Landsliding Stability*) utiliza parâmetros físicos do solo e topográficos para identificar áreas com suscetibilidade a deslizamentos translacionais (Montgomery e Dietrich, 1994). O SHALSTAB calcula a suscetibilidade aos deslizamentos translacionais por meio da integração de um modelo de estabilidade fundamentado na Equação do Talude Infinito e de um modelo hidrológico (em estado estacionário), levando em conta fluxos subsuperficiais constantes, seguindo as abordagens realizadas por Beven e Kirkby (1979) e O'Loughlin (1986).

Os parâmetros físicos do solo incluídos na equação do modelo são (Equação 3.2): cs - coesão do solo (N/m^2); cr - coesão das raízes (N/m^2); rs - densidade do solo (kg/m^3); f - ângulo de atrito (graus); w - peso da vegetação (N/m^2); e z - profundidade de análise (m). Os parâmetros topográficos considerados são: declividade/ângulo da encosta (graus) e área de contribuição (m^2).

$$\frac{Q}{T} = \frac{\operatorname{sen}\theta}{a \cdot b} \left(\left(\frac{C'}{\rho_w \cdot g \cdot z \cdot \cos^2\theta \cdot \tan\phi} \right) + \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} \right) \left(1 - \frac{\tan\theta}{\tan\phi} \right) \right) \quad (\text{Equação 3.2})$$

Onde: Q é a chuva em estado crítico necessário para a ruptura ($m \text{ dia}^{-1}$); T é a transmissividade do solo saturado ($m^2 \text{ dia}^{-1}$), θ é o ângulo da encosta ($^\circ$); a é a área de contribuição ou área drenada a montante (m^2); b é o comprimento de contorno unitário (resolução do grid dada em m); C' é a coesão efetiva do solo (N/m^2); ρ_w é a densidade da água (kg/m^3); g é a aceleração da gravidade (m/s^2); z é a espessura do solo (m); ϕ é o ângulo de atrito interno do solo ($^\circ$) e ρ_s é a densidade (massa específica) do solo saturado (Kg/m^3).

Os parâmetros físicos do solo devem ser adquiridos preferencialmente por meio de levantamentos de campo e ensaios geotécnicos de laboratório (ensaios de cisalhamento direto, por exemplo). Na ausência de levantamentos de campo podem ser utilizados dados secundários disponíveis na literatura. Enquanto isso, os parâmetros topográficos são derivados de um Modelo Digital do Terreno (MDT), de preferência com alta resolução, dado que fatores como a declividade exercem uma influência significativa na suscetibilidade do modelo, em cada pixel.

Neste trabalho, foram empregues parâmetros físicos disponíveis na literatura a partir de ensaios de campo realizados em municípios adjacentes juntamente com parâmetros topográficos obtidos a partir de um Modelo Digital de Terreno (MDT) de alta resolução (PE3D). Além disso, foi utilizada a extensão ASA (Análise Automática SHALSTAB) desenvolvida por Sbroglio *et al.* (2017).

A extensão ASA utiliza tanto camadas vetoriais quanto matriciais como dados de entrada para produzir o mapa de suscetibilidade a deslizamentos. As camadas vetoriais se referem aos parâmetros físicos do solo (Figura 3.2), enquanto as camadas matriciais representam os parâmetros topográficos do modelo.

Figura 3.2: Exemplo de tabela de atributos contendo os parâmetros físicos do solo, apresentados em formato vetorial utilizado na extensão ASA do SHALSTAB.

cr	cs	z	w	f	rs
0	2180	4,7	0	25,1	1840
0	1470	4,7	0	30,7	1883
0	1200	4,7	0	30,7	1591

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Banco de dados: Extensão ASA do SHASLTAB em ambiente SIG.

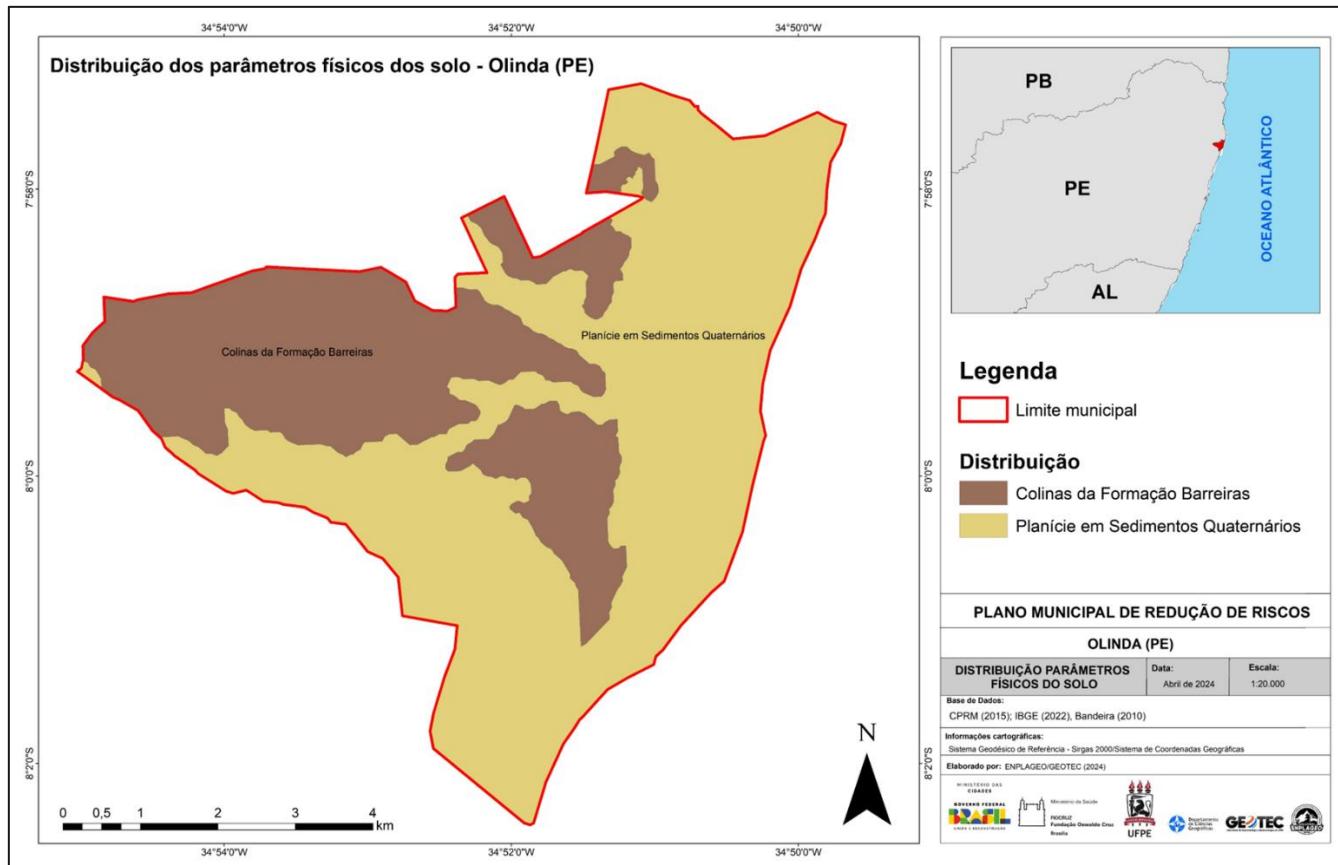
Devido à falta de ensaios geotécnicos realizados no município de Olinda, os valores dos parâmetros físicos do solo utilizados nos ensaios de campo foram obtidos de cidades vizinhas com características pedológicas semelhantes, tais como Recife, Camaragibe e Jaboatão dos Guararapes, obtidos por Bandeira (2010). Esses estudos se concentraram na análise de estabilidade de encostas e incluíram ensaios geotécnicos de laboratório, como os ensaios de cisalhamento direto.

Foram coletadas amostras indeformadas de solo nas profundidades 0,5m, 1,0m, 1,5m, 1,8m por Bandeira (2010) em sedimentos da Formação Barreiras e em solos do embasamento cristalino. Na modelagem, foram adotados os parâmetros físicos do solo somente em estado saturado, devido ao seu estado crítico de compressão e coesão.

Com base nos resultados dos ensaios laboratoriais, foi decidido utilizar valores heterogêneos ou distribuídos para os parâmetros físicos do solo dentro do município, mantendo essa diferenciação mesmo em um mesmo cenário. Isso significa que foram consideradas variações nos valores dos parâmetros físicos do solo entre as áreas cobertas por sedimentos da Formação Barreiras e aqueles sobre sedimentos cenozóicos (Figura 3.3). Essa abordagem foi adotada devido à vasta extensão da área de estudo e à possibilidade de empregar técnicas de geoestatística por meio da extensão ASA. A partir das amostras coletadas por Bandeira (2010), foram determinadas três profundidades para cada cenário, adaptadas com base nas análises de campo realizadas recentemente pela equipe técnica do PMRR. Assim, as profundidades para cada cenário foram definidas como 1,3 m, 2,3 m e 4,7 m. Desta forma, foram gerados 03 (três) cenários distintos, conforme apresentado no Quadro 3.3.

Após o cálculo da equação final do modelo, para cada célula (pixel) na grade, dentro de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), é gerado um valor de suscetibilidade aos deslizamentos translacionais. Essas classes de suscetibilidade variam desde a mais instável (incondicionalmente instável e saturada) até a mais estável (incondicionalmente estável e saturada), conforme descrito no Quadro 3.4.

Figura 3.3: Localização da aplicação heterogênea/distribuída dos parâmetros físicos dos solos no município para os cenários de suscetibilidade a deslizamentos (SHASLTAB).



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Base de dados: CPRM (2015), IBGE (2022), Bandeira (2010).

Quadro 3.3: Cenários de suscetibilidade propostos (modelo SHALSTAB).

CENÁRIOS	ÁREA DE COLETA	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 atraito) grau	w (Peso da vegetação) N/m ²	z (Profundidade de análise) m
I	Colinas da Formação Barreiras	3700	0	1898	31,2	0	2,3
	Planície em Sedimentos Quaternários	1020	0	1898	28,6	0	2,3
II	Colinas da Formação Barreiras	2700	0	1798	30,2	0	1,3
	Planície em Sedimentos Quaternários	1020	0	1898	28,6	0	1,3
III	Colinas da Formação Barreiras	4700	0	1998	32,2	0	4,7
	Planície em Sedimentos Quaternários	1020	0	1898	28,6	0	4,7

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Base de dados: CPRM (2015), IBGE (2022), Bandeira (2010).

Quadro 3.4: Classes de estabilidade do modelo SHALSTAB.

Classes originais do modelo (log q/T)	Classificação	q/mm (dia)	Significado
<i>Incondicionalmente instável</i>	Incondicionalmente instável e saturado	Incondicionalmente instável	Áreas mais instáveis
< -3,1	Incondicionalmente instável e não saturado	0 a 50	
-3,1 - -2,8	Instável e saturado	50 a 100	Áreas de média estabilidade
-2,8 - -2,5	Instável e não saturado	100 a 200	
-2,5 - -2,2	Estável e não saturado	200 a 400	
> -2,2	Incondicionalmente estável e não saturado	>400	Áreas mais estáveis
<i>Incondicionalmente Estável</i>	Incondicionalmente estável e saturado	Incondicionalmente estável	

Fonte: Listo (2011) e Mendonça (2017), baseados em Montgomery e Dietrich (1994).

3.8 Validação dos cenários de suscetibilidade (SHALSTAB)

Primeiramente, o índice de Frequência de Distribuição (FD) foi calculado, o qual indica a distribuição quantitativa das classes dos mapas de suscetibilidade e pode ser obtido utilizando a Equação 3.3. Em seguida, por meio da correlação (análise de sobreposição) entre os mapas de suscetibilidade e o inventário de deslizamentos, foi determinado o índice de Concentração de Deslizamentos (CD) (Equação 3.4). Este índice evidencia a distribuição quantitativa de cada classe afetada pelos deslizamentos, representando a proporção entre o número de células de cada classe afetada pelos deslizamentos e o total de deslizamentos no município, conforme descrito por Gao (1993).

A validação dos mapas de suscetibilidade é um passo crucial para avaliar a precisão das previsões. Nesse sentido, a seleção do cenário que melhor representa a suscetibilidade a deslizamentos no município de Olinda foi feita com base na maior correspondência entre as áreas identificadas como instáveis pelo SHALSTAB e os locais onde os deslizamentos realmente ocorreram. Esse critério se apoia no princípio teórico-metodológico estabelecido por Guzzetti (2005), o qual enfatiza a importância de alinhar áreas consideradas instáveis com as áreas onde os deslizamentos efetivamente aconteceram.

$$FD = \frac{n^{\circ} \text{ de células de cada classe}}{\text{total de células}} * 100 \quad (\text{Equação 3.3})$$

$$CD = \frac{n^{\circ} \text{ de células de cada classe}}{\text{áreas afetadas por deslizamentos}} * 100 \quad (\text{Equação 3.4})$$

3.9 Identificação das áreas suscetíveis à inundação

A complexidade dos processos de inundação é notável, devido à variedade de parâmetros relacionados aos aspectos topográficos e hidrológicos de uma região específica. Para modelar e prever a extensão de uma área inundada, são utilizados diversos métodos e variáveis, sendo as variáveis topográficas e hidrológicas de particular destaque.

A metodologia empregada para identificar áreas suscetíveis à inundação no município de Olinda consiste em três etapas: levantamento jornalístico, modelagem hidrológica para simulação da extensão da inundação e validação dessa extensão com base em dados de ocorrências.

Na primeira etapa metodológica, realiza-se uma pesquisa de dados secundários por meio de notícias, envolvendo a revisão e análise sistemática de reportagens jornalísticas, artigos de jornais, sites de notícias e outras fontes de informação disponíveis publicamente. Esse levantamento abrange uma busca minuciosa por registros de ocorrências passadas relacionadas a enchentes e inundações, com ênfase na identificação dos bairros mais vulneráveis em Olinda.

Utilizando um intervalo de 15 anos, a pesquisa abrange o período de 2008 a 2023, visando identificar a evolução e recorrência desses eventos durante esse intervalo, além de compreender os desafios enfrentados pela população local nos bairros mais suscetíveis a esses eventos. As informações coletadas incluem o número de desabrigados, registros de marcas d'água nas residências afetadas e as principais consequências enfrentadas pela população após os desastres. Os resultados dessa etapa são cruciais para uma análise abrangente e fundamentada sobre a problemática das inundações, permitindo aproveitar as informações já disponíveis publicamente, o que economiza tempo e recursos em comparação com a coleta de dados primários. Além disso, fornece uma base sólida para a identificação das áreas suscetíveis à inundação.

A segunda etapa metodológica consiste na simulação de inundação por meio do modelo HEC-RAS. O objetivo dessa simulação é avaliar a extensão e gravidade dos impactos das inundações, levando em consideração variáveis como topografia, infraestrutura urbana e características hidrológicas da região. Os resultados obtidos dessa simulação proporcionam uma compreensão dos padrões de inundação e subsidiam estratégias de gestão de riscos e planejamento urbano, visando reduzir a vulnerabilidade da população a eventos extremos de inundação.

A terceira e última etapa da metodologia envolve a validação das áreas inundadas geradas pela simulação, por meio do georreferenciamento das ocorrências de inundação fornecidas pela Defesa Civil municipal de Olinda.

3.9.1 Levantamento Jornalístico

A pesquisa foi organizada em etapas bem definidas. Inicialmente, foram realizadas buscas em bancos de dados de notícias, arquivos de jornais, sites de mídia online, entre outros, para encontrar reportagens relevantes sobre o tema de interesse. A partir do conjunto de resultados, foram selecionadas fontes de notícias confiáveis e respeitáveis, como veículos de imprensa estabelecidos e reconhecidos pela qualidade do jornalismo. As notícias encontradas foram analisadas para selecionar aquelas que fornecem informações pertinentes e confiáveis para a pesquisa. O resultado da pesquisa foi registrado de forma organizada, juntamente com suas fontes, para garantir a integridade do trabalho.

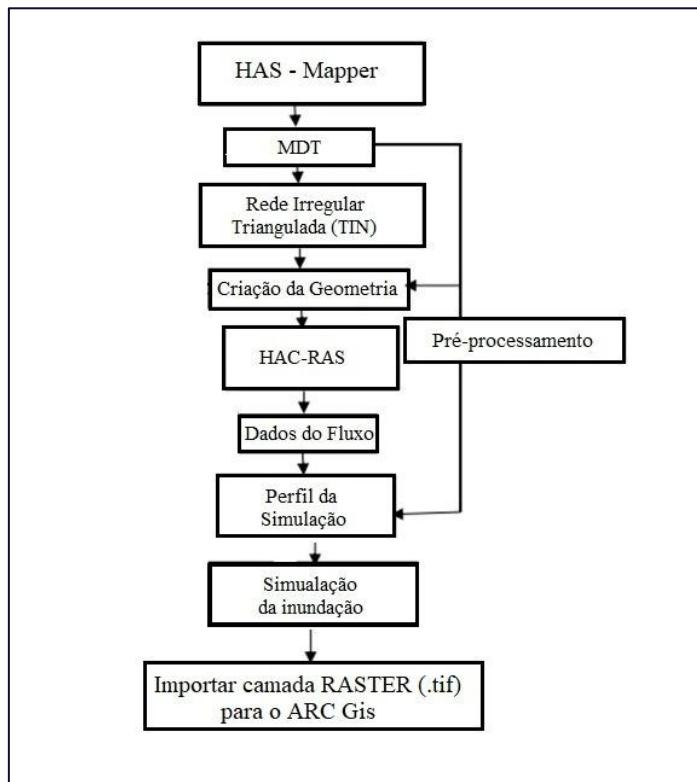
As notícias e reportagens investigativas proporcionaram uma visão detalhada do histórico dos locais mais afetados pelas inundações, dos prejuízos materiais enfrentados pelas famílias e das dificuldades enfrentadas durante a recuperação pós-desastre. Os resultados obtidos por meio do levantamento jornalístico indicaram que o município de Olinda possui bairros com pontos altamente suscetíveis a enchentes e inundações, seja devido à sua formação geomorfológica ou às ações humanas ao longo do tempo.

3.9.2 Simulação HEC-RAS e validação da mancha de inundaçāo

O HEC-RAS é uma ferramenta de modelagem hidrológica amplamente reconhecida por sua precisão no mapeamento de inundações. Desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (CEIWR-HEC), o modelo permite realizar uma variedade de cálculos, incluindo fluxo constante unidimensional, fluxo instável unidimensional e bidimensional, transporte de sedimentos/leito móvel, além de modelagem de temperatura/qualidade da água.

Conforme mencionado por Namara *et al.* (2021), o HEC-RAS se destaca como o principal modelo de programação computacional, com ampla aplicabilidade para realizar com sucesso o mapeamento de inundações. Para executar o mapeamento de inundações utilizando o software HEC-RAS, são necessários vários parâmetros, incluindo dados topográficos, coeficiente de Manning (rugosidade), características geométricas do rio (como linha central, margens e seções transversais), além de variáveis hidráulicas, como a vazão. A Figura 3.4 ilustra as fases envolvidas na elaboração de um modelo hidrológico voltado para a simulação de inundações utilizando o HEC-RAS. Cada etapa do processo é essencial para construir um modelo detalhado que permita a análise precisa e a previsão das áreas sujeitas a inundações.

Figura 3.4: Fluxograma do modelo HEC-RAS.



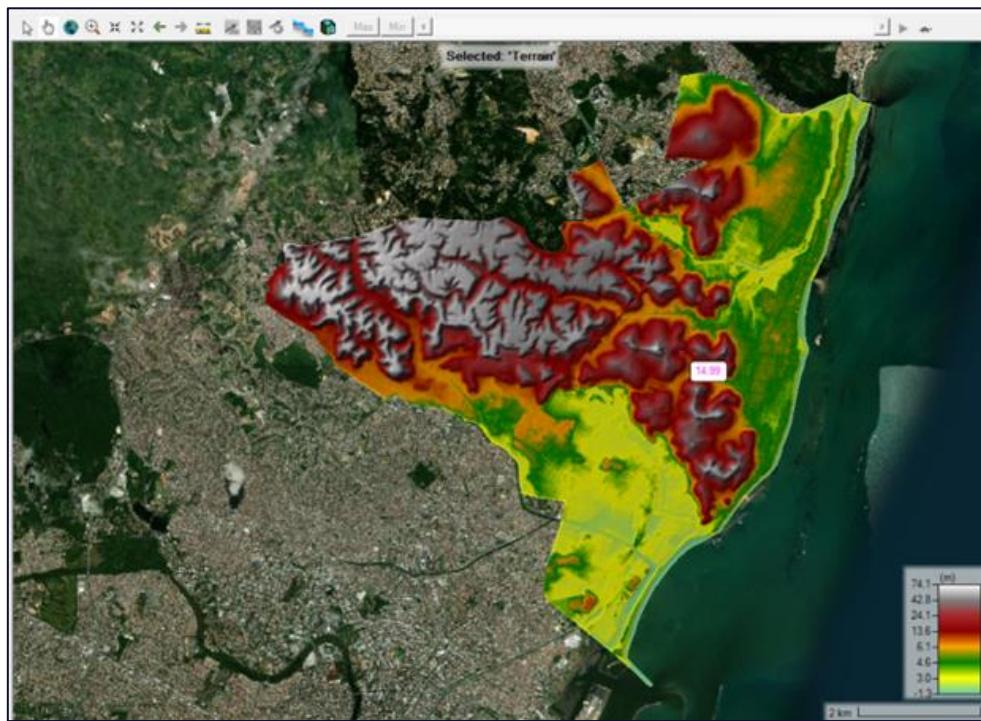
Fonte: Namara *et al.* (2021).

O modelo hidrológico para o município de Olinda foi elaborado utilizando o software HEC-RAS, a partir do Modelo Digital do Terreno (MDT) com resolução espacial de 50 cm e precisão altimétrica de 25 cm, obtido da base cartográfica do Pernambuco Tridimensional (PE3D) (Cirilo *et al.*, 2014; SEDEC, 2016). Esse modelo foi empregado na modelagem hidrodinâmica e na simulação de cenários de inundaçao, com o objetivo de prever e analisar possíveis eventos de inundaçao no município.

Para a simulação de inundaçao no município, optou-se pelo uso do método de fluxo instável unidimensional, que proporciona uma representação eficaz do comportamento hidráulico da área. Essa abordagem simplifica o processo hidrodinâmico, capturando os padrões essenciais de escoamento e permitindo uma análise detalhada dos potenciais efeitos das inundaçoes em diversas áreas da região de estudo.

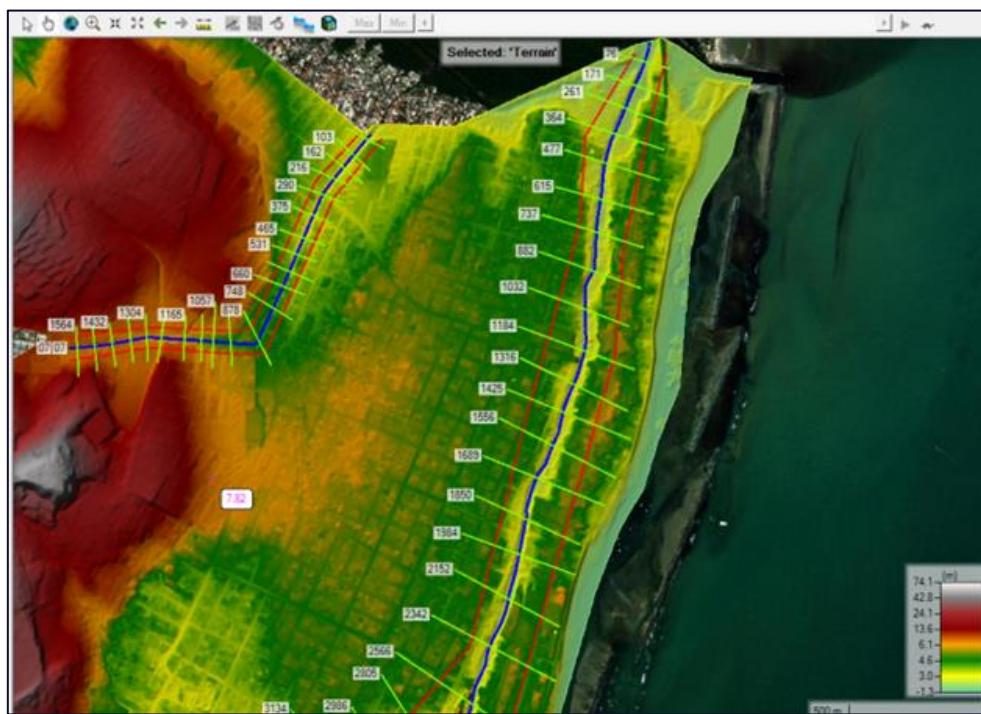
Neste estudo, foi utilizada a versão HEC-RAS 6.5 Beta. As Figuras 3.5 e 3.6 destacam as etapas cruciais do processo de simulação. A primeira ilustra o procedimento de inserção do Modelo Digital do Terreno (MDT) no ambiente do RAS-Mapper, enquanto a segunda, a criação da geometria inicial, uma etapa essencial na preparação do modelo hidráulico.

Figura 3.5: Primeira etapa da simulação (inserção do MDT).



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). **Base de dados:** SEDEC (2016) e Modelo HEC-RAS.

Figura 3.6: Elaboração das geometrias dos rios na área de estudo.



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). **Base de dados:** SEDEC (2016) e Modelo HEC-RAS.

Em seguida, é necessário especificar o coeficiente de Manning, que está relacionado à rugosidade do solo, ou seja, à dificuldade que o fluxo enfrenta ao se movimentar ao longo do canal. Para determinar o valor adequado para a área de estudo, o HEC-RAS disponibiliza uma tabela contendo as características apropriadas para cada região (Figura 3.7). Dessa forma, foram utilizados os Coeficientes de Manning de 0,035 para o canal central e de 0,040 para as margens (Figura 3.8).

Figura 3.7: Tabela do Coeficiente de Manning.

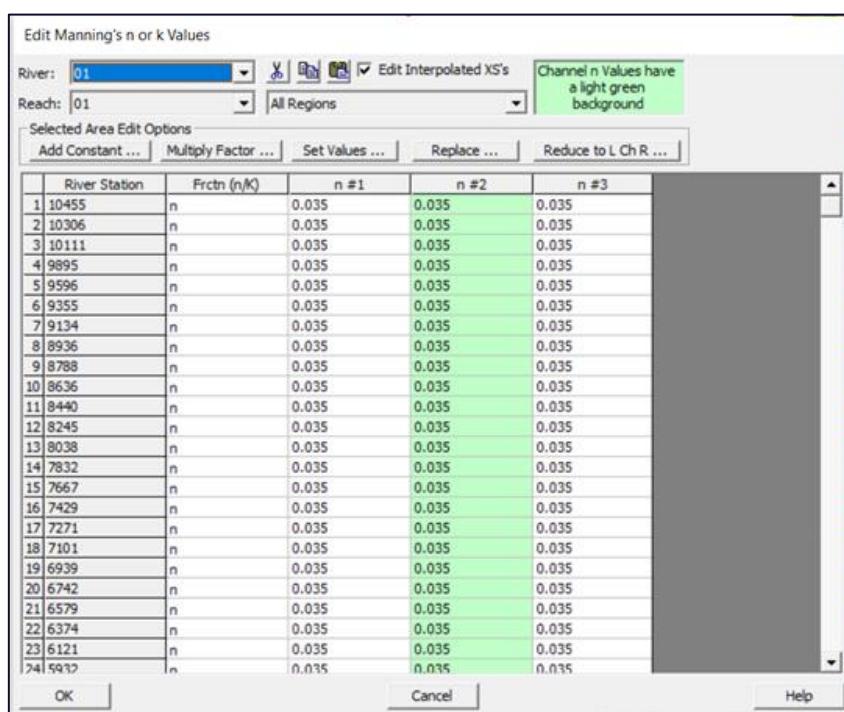


The screenshot shows the HEC-RAS software interface with a sidebar containing navigation links such as 'Manual de referência hidráulica HEC-RAS', 'Página inicial do HEC', 'Documentos RAS', 'Transferências', and a search bar. The main content area displays a table titled 'Tabela 3-1 Valores n de Manning' and 'Tabela 3-3 Coeficientes de Contração e Expansão do Fluxo Subcrítico'. The table lists various types of channels and their corresponding Manning's n values. The columns are 'Tipo de canal e descrição', 'Mínimo', 'Normal', and 'Máximo'. The rows include categories like 'Fluxos Naturais' and 'Canais Principais', with specific entries for different channel conditions.

Tipo de canal e descrição	Mínimo	Normal	Máximo
A. Limpo, reto, cheio, sem fendas ou poças profundas	0,025	0,030	0,033
b. O mesmo que acima, mas com mais pedras e ervas daninhas	0,030	0,035	0,040
c. Limpo, sinuoso, algumas piscinas e baixios	0,033	0,040	0,045
d. O mesmo que acima, mas algumas ervas daninhas e pedras	0,035	0,045	0,050
e. O mesmo que acima, estágios mais baixos, declives e seções mais ineficazes	0,040	0,048	0,055
f. O mesmo que "d", mas com mais pedras	0,045	0,050	0,060
g. Alcances lentos, ervas daninhas, piscinas profundas	0,050	0,070	0,080
h. Alcances com muitas ervas daninhas, poças profundas ou canais de inundação com pesadas extensões de madeira e arbustos	0,070	0,100	0,150

Fonte: HEC-RAS (2024).

Figura 3.8: Coeficiente de Manning usado para Olinda (PE).



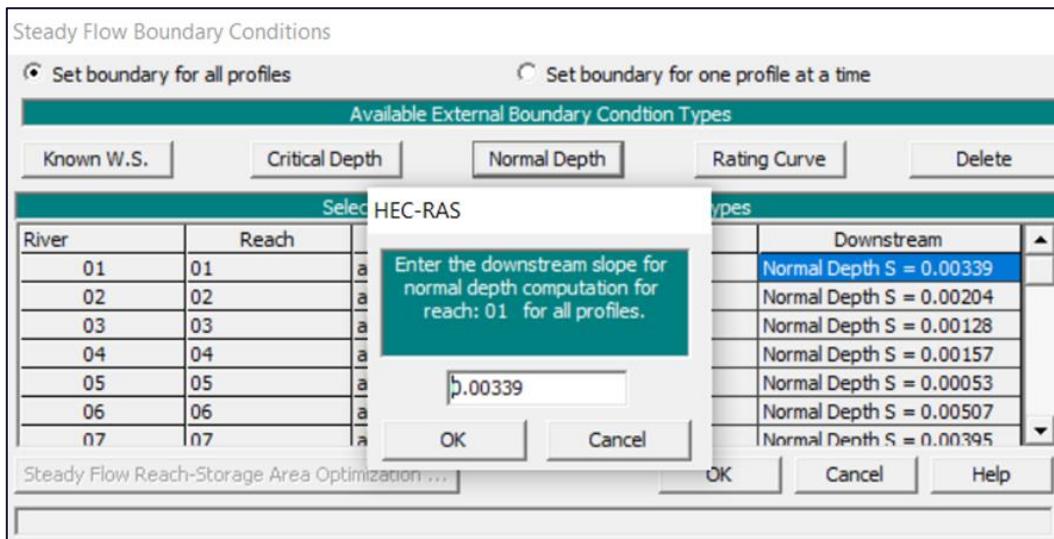
The screenshot shows the 'Edit Manning's n or k Values' dialog box. It includes fields for 'River: 01' and 'Reach: 01'. A note says 'Channel n Values have a light green background'. Below are buttons for 'Add Constant ...', 'Multiply Factor ...', 'Set Values ...', 'Replace ...', and 'Reduce to L Ch R ...'. The main area is a grid table with columns 'River Station', 'Frctn (n/k)', 'n #1', 'n #2', and 'n #3'. The 'n #1' column contains values like 0.035 for most stations, while 'n #2' and 'n #3' are highlighted in light green. The grid has 24 rows, each representing a river station from 1 to 24. At the bottom are 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons.

River Station	Frctn (n/k)	n #1	n #2	n #3
1 10455	n	0.035	0.035	0.035
2 10306	n	0.035	0.035	0.035
3 10111	n	0.035	0.035	0.035
4 9895	n	0.035	0.035	0.035
5 9596	n	0.035	0.035	0.035
6 9355	n	0.035	0.035	0.035
7 9134	n	0.035	0.035	0.035
8 8936	n	0.035	0.035	0.035
9 8788	n	0.035	0.035	0.035
10 8636	n	0.035	0.035	0.035
11 8440	n	0.035	0.035	0.035
12 8245	n	0.035	0.035	0.035
13 8038	n	0.035	0.035	0.035
14 7832	n	0.035	0.035	0.035
15 7667	n	0.035	0.035	0.035
16 7429	n	0.035	0.035	0.035
17 7271	n	0.035	0.035	0.035
18 7101	n	0.035	0.035	0.035
19 6939	n	0.035	0.035	0.035
20 6742	n	0.035	0.035	0.035
21 6579	n	0.035	0.035	0.035
22 6374	n	0.035	0.035	0.035
23 6121	n	0.035	0.035	0.035
24 5919	n	0.035	0.035	0.035

Fonte: HEC-RAS (2024).

Além da definição dos parâmetros hidráulicos realizados até o momento, as condições de contorno desempenham um papel fundamental na precisão e na representação realista das simulações de inundação, uma vez que elas determinam o comportamento do modelo e seus limites (montante e jusante). Neste modelo de simulação, foi adotado o modelo de condição de contorno de fluxo constante, utilizando o parâmetro da profundidade normal estabelecido pela declividade para cada trecho delimitado, conforme demonstrado na Figura 3.9. Além disso, esse parâmetro está sendo utilizado no campo a jusante, pois trata-se de um fluxo subcrítico.

Figura 3.9: Condição de contorno.



Fonte: HEC-RAS (2024).

No âmbito das condições de contorno, é essencial atribuir uma vazão ao cenário específico em questão. Portanto, para calcular essa vazão neste estudo, foi utilizado o Método Racional. Esse método é empregue para correlacionar a precipitação com o escoamento superficial, estimando a vazão de pico de bacias hidrográficas (Souza *et al.*, 2023). A equação do Método Racional é expressa pela Equação 3.5.

$$Q = C \cdot I \cdot A / 3600 \quad (\text{Equação 3.5})$$

Onde: Q = Vazão de pico (m^3/s); C = Coeficiente de escoamento superficial; I = Intensidade média da chuva (mm); A = Área de drenagem (m^2).

É importante destacar que as simulações realizadas com precisão no modelo HEC-RAS normalmente são calculadas por bacias. No entanto, como o município em estudo é composto por várias bacias, a área de drenagem foi calculada para cada trecho do rio delineado na geometria, considerando sua largura e extensão. Portanto, exemplificando um trecho, os cálculos para especificar a vazão nas condições de contorno foram realizados da seguinte maneira, sendo feitos individualmente para os demais trechos:

$$A = \text{Largura} \times \text{Extensão}$$

$$A = 40 \text{ m} \times 1.500 \text{ m} = 60.000 \text{ m}^2$$

Com base no acumulado total de 496,1 mm de precipitação fornecido pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) para maio de 2022, foi utilizada a Equação 3.6, que integra a percentagem da precipitação efetiva com o volume total da chuva, para calcular a intensidade média da precipitação (I). Após realizar o cálculo em milímetros, faz-se a conversão para metros para garantir a

consistência dos parâmetros finais. Em seguida, foi adotado o coeficiente de escoamento de 0,8, o qual é amplamente utilizado para áreas urbanas, conforme indicado na Tabela 3.1.

$$I = 0,7 \times 496,1 \text{ mm} = 347,27 \text{ mm} = 0,34727 \text{ m} \quad (\text{Equação 3.6})$$

Tabela 3.1: Classes de uso e ocupação do solo e respetivos coeficientes de escoamento superficial.

Condição de Terreno	CN	S -mm	Precipitação Efetiva - mm	Coef. Esc. Sup.
Área Edificada	98	5,18	72,56	0,925
Superfície pavimentada	97	7,68	69,76	0,889
Solo exposto compactado	76	80,21	27,32	0,348
Solo Exposto Não compactado	68	119,53	17,10	0,218
Gramínea compactada	66	130,85	14,93	0,190
Gramínea não compactada	61	162,39	10,15	0,129
Árvores isoladas	62	155,68	11,03	0,141
Mata de galerias	29	621,86	3,66	0,047

Fonte: Elaborado por Nunes e Borba (2008) a partir dos dados de CN constantes em Tucci e Marques (2001).

Portanto, agora existem os dados necessários para inserir na fórmula do método racional e calcular a vazão, tendo: $A = 60,000 \text{ m}^2$, onde:

$$I = 0,34727 \text{ m}$$

$$C = 0,8$$

$$Q = \frac{(0,8)(0,34727)m}{3600} \times 60.000 \text{ m}^2$$

$$Q \approx \frac{(0,277816)m}{3600} \times 60.000 \text{ m}^2$$

$$Q \approx \frac{16668,96}{3600} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q \approx 4,630 \text{ m}^3/\text{s}$$

Após a definição das condições de contorno e da atribuição das características hidráulicas necessárias, o próximo passo é iniciar a simulação utilizando o modelo escolhido (regime permanente). Nesta etapa, o HEC-RAS utiliza os dados fornecidos para calcular o comportamento hidráulico do sistema, possibilitando uma análise detalhada das condições de fluxo e das áreas potencialmente

afetadas por inundações na geração da mancha de inundação. Para a validação dos resultados obtidos na modelagem hidrológica, foram utilizados os registros de ocorrências de inundação fornecidos pela Prefeitura de Olinda (análise de sobreposição). Esses registros foram identificados como pontos críticos de inundação, cuja validação ocorre ao verificar se esses pontos coincidem ou não com as manchas de inundação fornecidas pelo HEC-RAS. Essa análise indica a precisão e o sucesso da previsão do modelo.

3.10 Análise da Vulnerabilidade Social

3.10.1 Conceito e Metodologia

O município em questão possui uma história de urbanização conflituosa que está interligada aos sistemas geomorfológicos em que está inserido. As inundações e os deslizamentos são exemplos de eventos disruptivos nos fluxos urbanos que destacam os problemas do modelo de urbanização. Seus impactos são recorrentes e frequentemente atribuídos exclusivamente a fenômenos naturais ou, alternativamente, apenas à ação humana.

A análise espacial permite representar os fenômenos ambientais e humanos, possibilitando a compreensão de suas interações nos processos de ocupação e transformação do espaço. Quando aplicada a estudos de áreas urbanas, essa análise estabelece relações diretamente proporcionais ao estágio do processo de urbanização e sua expansão. Além disso, permite avaliar a adequação do planejamento urbano para dimensionar problemas associados à carência de infraestrutura básica, poluição da água/ar, acessibilidade/transporte, déficit habitacional, enchentes/inundações, destruição da cobertura vegetal, movimentos de massa/deslizamentos, entre outros (Bedê *et al.*, 1994; Mendonça, 2011).

O planejamento urbano excludente é um dos fatores que torna uma parcela da população das cidades brasileiras vulnerável aos perigos socioambientais. Entre eles, destacam-se o risco de inundação e deslizamentos. Essa problemática ocorre principalmente devido ao processo de exclusão social, que eleva a vulnerabilidade social, e consequentemente a ocupação de áreas mais perigosas para a ocupação, tais como, encostas declivosas, margens de rios, e à impermeabilização do solo das bacias urbanas, entre outros fatores (Hora e Gomes, 2009), resultando em inundações e deslizamentos que afetam milhões de pessoas anualmente, conforme dados disponibilizados pelo EM-DAT (*International Disaster Database*) (Guhar-Sapir *et al.*, 2016).

Diante dessa realidade, têm sido discutidas medidas preventivas e estratégias de planejamento para reduzir os impactos de deslizamentos e inundações (Amaral e Ribeiro, 2009). Entre essas medidas, o mapeamento das áreas de risco é uma informação útil e necessária para a prevenção, controle, gestão e monitoramento (Hogan *et al.*, 2001; Tucci e Bertoni, 2003).

A vulnerabilidade social pode ser associada ao potencial de risco, considerando as relações existentes dentro da própria sociedade, o que torna as condições de vida da população um fator decisivo na exposição dos indivíduos ou grupos sociais a uma ameaça. Em outras palavras, trata-se da fragilidade dos seres humanos a um perigo ou dano em diferentes graus para cada setor social (Veyret e Richemond, 2007; Braga; Oliveira; Givisiez, 2006; Pessôa, 2022). Portanto, presume-se que existe uma relação entre densidade populacional e sua estratificação em diferentes padrões socioeconômicos.

A existência de risco está sempre relacionada a um grupo ou indivíduo vulnerável, tornando-o essencialmente um elemento social (Veyret, 2001). Por sua vez, a vulnerabilidade, definida como a propensão a sofrer danos, manifesta-se em escalas de tempo e espaço específicas, dependendo da natureza e organização dos elementos em risco, sua localização e o período de análise (D'Ercole, 1994). O conceito de vulnerabilidade pode ter várias conotações, dependendo da orientação e perspectiva analítica adotada. Neste contexto, é considerado como uma condição social, uma medida de resistência ou resiliência aos riscos, que possui, sem dúvida, uma dimensão econômica.

Nessa ótica, os conceitos de risco e vulnerabilidade desempenham um papel fundamental na análise da problemática ambiental urbana, destacando as inter-relações entre sociedade e ambiente (Lima, 2016; Mendonça, 2009). Dessa forma, a influência dos aspectos pedo-geomorfológicos em uma área com clima tropical pode frequentemente desencadear eventos de risco associados a prejuízos sociais e ambientais (Tominaga, 2009). Nesse contexto, para interpretar a vulnerabilidade social, torna-se necessário utilizar índices calculados a partir de dados e indicadores demográficos, sociais, econômicos, de saúde, entre outros, obtidos a partir de censos, por exemplo (Martins, 2012; Tibúrcio; Corrêa, 2012), como o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).

3.10.2 Índice de Vulnerabilidade Social (IVS)

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) utilizado nesta análise é o tabulado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em colaboração com outras instituições. Sua escolha se deu, em primeiro lugar, devido à temporalidade dos dados, uma vez que os dados do Censo 2022 não estão disponíveis. O IVS desenvolvido pelo IPEA utiliza os dados do Censo Demográfico de 2000 e 2010, além da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) para os anos entre 2011 e 2015. Além disso, em uma escala comparativa de menor abrangência (nacional, macrorregional, estadual e RM) para o ano de 2021, são utilizados os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Outro critério para a escolha foi a acurácia dos dados, uma vez que o IVS utiliza uma média aritmética ponderada. Por fim, esse índice permite observar situações de ausência ou insuficiência de determinados recursos em território brasileiro, identificando aqueles que se encontram em condição de vulnerabilidade social (IPEA, 2015).

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é um indicador sintético que reflete a falta ou a escassez de recursos essenciais para o bem-estar e a qualidade de vida da população, caracterizando situações de vulnerabilidade social (Costa *et al.*, 2018). A vulnerabilidade social, representada pelo IVS, é derivada da seleção de 16 indicadores da Plataforma Atlas do Desenvolvimento Humano, organizados em três dimensões: i) "Infraestrutura Urbana"; ii) "Capital Humano"; e iii) "Renda e Trabalho". Esses indicadores são combinados por meio de uma média aritmética ponderada, cada um com o mesmo peso, compreendendo o cálculo final do IVS (Quadro 3.5). O objetivo é identificar o acesso, a ausência ou a insuficiência de certos "ativos" em diversas áreas do território brasileiro, os quais deveriam estar disponíveis para todos os cidadãos, em princípio, por meio da ação do Estado. A posse ou privação desses ativos determina as condições de bem-estar das populações nas sociedades contemporâneas (IPEA, 2015).

Quadro 3.5: Descrição e peso dos indicadores que compõem o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) – IPEA.

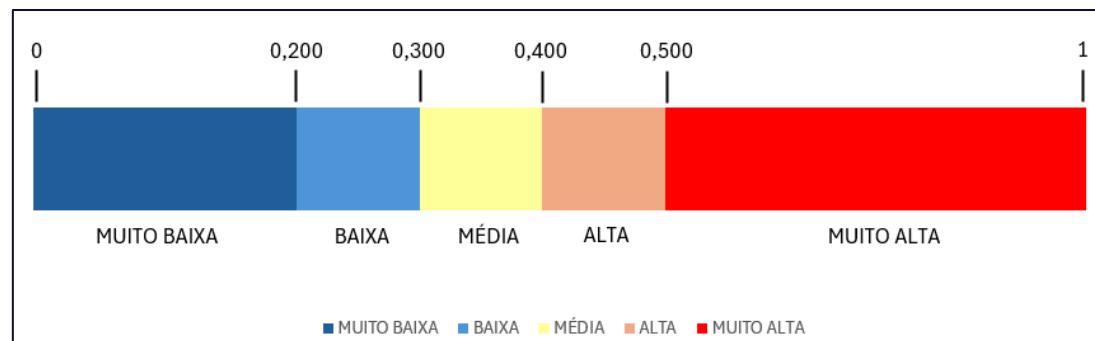
Índice de Vulnerabilidade Social (IVS)		
IVS Infraestrutura Urbana	Descrição	Peso
a) Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem o serviço de coleta de lixo	Razão entre o número de pessoas que vivem em domicílios cujo abastecimento de água não provém de rede geral e cujo esgotamento sanitário não é realizado por rede coletora de esgoto ou fossa séptica, e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por 100. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.	0,300
b) Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	Razão entre a população que vive em domicílios sem coleta de lixo e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por 100. Estão incluídas as situações em que a coleta de lixo é realizada diretamente por empresa pública ou privada, ou o lixo é depositado em caçamba, tanque ou depósito fora do domicílio, para posterior coleta pela prestadora do serviço. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes, localizados em área urbana.	0,300
c) Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda <i>per capita</i> inferior a meio salário-mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho	Razão entre o número de pessoas ocupadas, de 10 anos ou mais de idade, que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo, de agosto de 2010, e que gastam mais de uma hora em deslocamento até o local de trabalho, e o total de pessoas ocupadas nessa faixa etária que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo, de agosto de 2010, e que retornam diariamente do trabalho, multiplicado por 100.	0,400
IVS Capital Humano	Descrição	Peso
a) Mortalidade até 1 ano de idade	Número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida, em cada mil crianças nascidas vivas.	0,125
b) Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam creche ou escola	Razão entre o número de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam creche ou escola, e o total de crianças nesta faixa etária (multiplicada por 100)	0,125
c) Percentual de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola	Razão entre o número de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola, e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por 100)	0,125
d) Percentual de mulheres de 10 a 17 anos que tiveram filhos	Razão entre o número de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos, e o total de mulheres nesta faixa etária (multiplicada por 100).	0,125

e) Percentual de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade, no total de mães chefes de família	Razão entre o número de mulheres que são responsáveis pelo domicílio, que não têm o ensino fundamental completo e têm pelo menos um filho de idade inferior a 15 anos morando no domicílio, e o número total de mulheres chefes de família (multiplicada por 100). São considerados apenas os domicílios particulares permanentes	0,125
f) Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade	Razão entre a população de 15 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples, e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por 100).	0,125
g) Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo	Razão entre o número de crianças de até 14 anos que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo, e a população total nesta faixa etária residente em domicílios particulares permanentes (multiplicada por 100).	0,125
h) Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a meio salário-mínimo (de 2010), na população total dessa faixa etária	Razão entre as pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e com renda per capita inferior a meio salário-mínimo, de agosto de 2010, e a população total nesta faixa etária (multiplicada por 100). São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.	0,125
IVS Renda e Trabalho	Descrição	Peso
a) Porcentagem de pessoas com renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a meio salário-mínimo (de 2010).	Proporção dos indivíduos com renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais (em reais de agosto de 2010), equivalente a meio salário-mínimo nessa data. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.	0,200
b) Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade	Percentual da população economicamente ativa (PEA) nessa faixa etária que estava desocupada, ou seja, que não estava ocupada na semana anterior à data do censo, mas havia procurado trabalho ao longo do mês anterior à data dessa pesquisa.	0,200
c) Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal	Razão entre as pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo, em ocupação informal, e a população total nesta faixa etária, multiplicada por 100. Ocupação informal implica que trabalham, mas não são: empregados com carteira de trabalho assinada, militares do exército, da marinha, da aeronáutica, da polícia militar ou do corpo de bombeiros, empregados pelo regime jurídico dos funcionários públicos ou empregadores e trabalhadores por conta própria com contribuição a instituto de previdência oficial.	0,200
d) Percentual de pessoas em domicílios com renda <i>per capita</i> inferior a meio salário-mínimo (de 2010) e dependentes de idosos	Razão entre as pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo, de agosto de 2010, e nos quais a renda de moradores com 65 anos ou mais de idade (idosos) corresponde a mais da metade do total da renda domiciliar, e a população total residente em domicílios particulares permanentes (multiplicada por 100)	0,200
e) Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade	Razão das pessoas de 10 a 14 anos de idade que eram economicamente ativas, ou seja, que estavam ocupadas ou desocupadas na semana de referência do censo entre o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por 100). Considera-se desocupada a pessoa que, não estando ocupada na semana de referência, havia procurado trabalho no mês anterior a essa pesquisa	0,200

Fonte: Atlas da Vulnerabilidade Social (IPEA, 2015).

Os valores representados pelo índice (Figura 3.10) variam de 0,000 (indicando a menor situação de vulnerabilidade) a 1,000 (indicando a máxima situação de vulnerabilidade). Eles são categorizados como muito baixa (valores entre 0,000 e 0,200), baixa (entre 0,201 e 0,300), média (entre 0,301 e 0,400), alta (entre 0,401 e 0,500) e muito alta vulnerabilidade social (entre 0,501 e 1,000) (IPEA, 2015).

Figura 3.10: Categorias de vulnerabilidade social conforme o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).



Fonte: *Atlas da Vulnerabilidade Social* (IPEA, 2015).

Conforme Costa *et al.* (2018), o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) apresenta um alto potencial de comunicação com gestores públicos e com a sociedade, permitindo uma rápida compreensão dos problemas e fragilidades encontrados nos territórios. Além disso, a análise do IVS ao longo do tempo pode revelar tendências sociais estruturais em um determinado território e a eficácia das políticas públicas a serem implementadas (Costa *et al.*, 2018). Portanto, o IVS emerge como uma ferramenta valiosa para a compreensão da vulnerabilidade de uma região específica e/ou população, assim como para o desenvolvimento e priorização de estratégias de redução de vulnerabilidades, especialmente em áreas urbanas e grandes metrópoles, ao oferecer diferentes perspectivas e enriquecer os debates sobre vulnerabilidade social (IPEA, 2015).

3.10.3 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é uma métrica que combina indicadores de três dimensões fundamentais do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda (conforme mostrado no Quadro 3.6). Seu propósito é adaptar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) para a realidade específica dos municípios, oferecendo uma visão das particularidades e desafios regionais no avanço do desenvolvimento humano no Brasil (PNUD, 2013). Portanto, para compreender as vulnerabilidades do município em questão, esse dado revelou-se de extrema importância.

Dentro da perspectiva do Índice de Vulnerabilidade Social, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) empregado neste estudo foi produzido pelo Programa das Nações Unidas para o

Desenvolvimento (PNUD) Brasil, em colaboração com o IPEA e a Fundação João Pinheiro, resultando no Atlas do Desenvolvimento Humano dos Municípios (2013).

É essencial ressaltar que a metodologia de cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), apresentada pelo Atlas do Desenvolvimento Humano dos Municípios (2013), adapta a abordagem global à realidade brasileira e às informações disponíveis em nível nacional. Embora os fenômenos medidos sejam os mesmos, os indicadores considerados no IDHM são mais apropriados para avaliar o desenvolvimento dos municípios brasileiros. Desse modo, o IDHM - composto pelos componentes IDHM Longevidade, IDHM Educação e IDHM Renda - narra parte da trajetória dos municípios em três dimensões cruciais do desenvolvimento humano ao longo de duas décadas da história do Brasil (PNUD, 2013).

Quadro 3.6: Descrição e ponderação dos indicadores integrantes do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM		Média geométrica dos índices das dimensões Renda, Educação e Longevidade, com pesos iguais.
Índice	Subíndice	Descrição
IDHM Longevidade	a) Esperança de vida ao nascer (nº médio de anos)	Vida longa e saudável: É medida pela expectativa de vida ao nascer.
IDHM Educação	a) Percentual de jovens e adultos com 18 anos ou mais com o fundamental completo (nível de escolaridade da população adulta)	Acesso a conhecimento: É medido por meio de dois indicadores. A escolaridade da população adulta, que é medida pelo percentual de pessoas de 18 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo e tem peso 1; e o fluxo escolar da população jovem que é medido pela média aritmética do percentual de crianças de 5 a 6 anos frequentando a escola, do percentual de jovens de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental, do percentual de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo e do percentual de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo; e tem peso 2.
	b) Frequência de crianças e jovens à escola em séries adequadas à sua idade	
IDHM Renda	a) Renda per capita	Padrão de vida: É medido pela renda municipal per capita, ou seja, a renda média dos residentes de determinado município.

Fonte: [Atlas do Desenvolvimento Humano dos Municípios \(2013\)](#).

Nesse contexto, a dimensão de longevidade é avaliada pela expectativa de vida ao nascer, estimada por meio de um método indireto utilizando dados dos Censos Demográficos do IBGE. A fórmula utilizada é: $[(\text{valor observado do indicador}) - (\text{valor mínimo})] / [(\text{valor máximo}) - (\text{valor mínimo})]$, em que os valores mínimo e máximo correspondem a 25 e 85 anos, respectivamente. Esse indicador representa a média de anos que uma pessoa nascida em determinado município pode esperar viver desde o nascimento, mantidos os padrões de mortalidade (Atlas do Desenvolvimento Humano dos Municípios, 2013).

A dimensão da educação está ligada ao acesso ao conhecimento e é calculada pela média geométrica de dois subíndices, derivados dos dados dos Censos Demográficos do IBGE. Esses subíndices são:

- a) Escolaridade da população adulta, representada pelo percentual de pessoas com 18 anos ou mais de idade que completaram o ensino fundamental, com peso 1 (1/3);
- b) Frequência de crianças e jovens à escola, determinada pela média aritmética dos seguintes percentuais:
 - i. Crianças de 5 a 6 anos frequentando a escola;
 - ii. Jovens de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental;
 - iii. Jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo; e
 - iv. Jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo. Este subíndice possui peso 2 (2/3) (Atlas do Desenvolvimento Humano dos Municípios, 2013).

A dimensão da renda está associada ao padrão de vida da população e é medida pela renda municipal per capita, calculada com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE. Isso é feito utilizando a fórmula: $[\ln(\text{valor observado do indicador}) - \ln(\text{valor mínimo})] / [\ln(\text{valor máximo}) - \ln(\text{valor mínimo})]$, onde os valores mínimo e máximo correspondem a R\$ 8,00 e R\$ 4.033,00 (a preços de agosto de 2010). Em outras palavras, representa a renda média dos residentes de um município, obtida pela soma da renda de todos os residentes e dividida pelo número de pessoas que residem no município, incluindo crianças e pessoas sem registro de renda (Atlas do Desenvolvimento Humano dos Municípios, 2013).

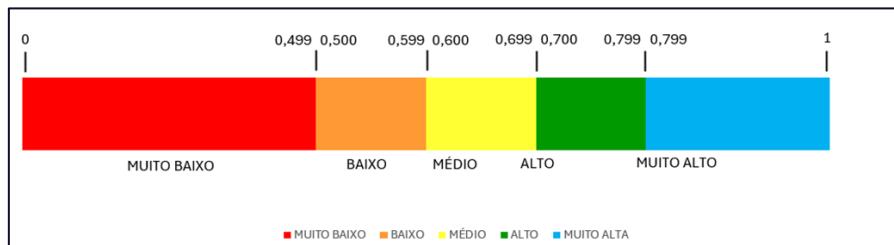
É necessário ainda esclarecer a escolha dos dados dos Censos de 2000 e 2010, bem como a sua utilização para fins comparativos, levando em consideração as desigualdades, e também o emprego da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). O Censo Demográfico do IBGE realiza o levantamento por domicílio, ao passo que a PNAD é conduzida por meio de amostragem domiciliar. Essa diferença não invalida a utilidade da PNAD, especialmente quando empregada como um indicativo para o próximo Censo.

No que diz respeito à interpretação do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), este apresenta uma relação inversa com o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS). Os valores do IDHM, como ilustrado na Figura 3.11, variam de 0 (indicando a menor situação de desenvolvimento humano) a 1 (representando a maior situação de desenvolvimento humano). Esses valores são classificados em categorias que indicam diferentes níveis de desenvolvimento humano: muito baixo (valores entre 0,000 e 0,499), baixo (entre 0,500 e 0,599), médio (entre 0,600 e 0,699), alto (entre 0,700 e 0,799) e muito alto desenvolvimento humano (entre 0,800 e 1).

Diante do exposto, fica evidente que compreender o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) possibilita colocar as pessoas no cerne da análise do bem-estar, reformulando a abordagem e a gestão do desenvolvimento em diversas escalas territoriais. Isso também pressiona as políticas públicas a priorizarem a melhoria da qualidade de vida das pessoas em suas ações e decisões.

Portanto, torna-se evidente a importância de analisá-lo em conjunto com o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).

Figura 3.11: Intervalo do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).



Fonte: *Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil (2013)*.

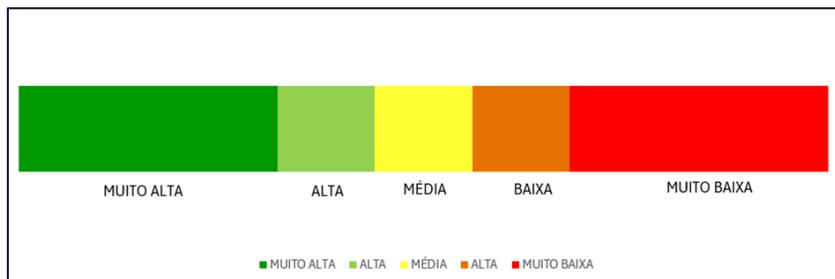
3.10.4 Prosperidade Social e Etapas de Geoprocessamento

O conceito de desenvolvimento humano está intrinsecamente ligado à expansão das capacidades e oportunidades das pessoas para alcançarem uma vida desejável. Em contrapartida, a vulnerabilidade social reflete condições desfavoráveis de integração social, abrangendo diversos aspectos do capital humano, inserção no mercado de trabalho e condições habitacionais e de infraestrutura urbana. A análise integrada, que envolve o cruzamento de faixas do desenvolvimento humano (IDHM) com a vulnerabilidade social (IVS), proporciona o que é denominado como prosperidade social (Costa e Marguti, 2015).

A prosperidade social ocorre quando há um alto desenvolvimento humano simultâneo a uma baixa vulnerabilidade social, indicando uma trajetória de desenvolvimento menos vulnerável e mais próspera em termos sociais. Nesse contexto, a prosperidade social reflete uma situação na qual o desenvolvimento humano se baseia em fundamentos sociais sólidos, que incluem o capital familiar e educacional, a inserção no mercado de trabalho, e as condições de habitação e acesso à infraestrutura urbana. Isso sugere uma perspectiva de prosperidade que vai além do aspecto econômico, abrangendo as condições de vida no contexto social. O cruzamento entre as classificações do IDHM e do IVS, resultando na prosperidade social, revela áreas onde o desenvolvimento humano é menos vulnerável e socialmente mais próspero.

Assim, neste estudo, a Prosperidade Social utilizada consiste naquela tabulada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), que se baseia nos dados do Censo Demográfico de 2000 e 2010, além da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio para os anos de 2011 a 2015, conduzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A interpretação da Prosperidade Social é realizada por meio de uma análise qualitativa, utilizando cores que variam de muito alta a muito baixa prosperidade, conforme apresentado na Figura 3.12.

Figura 3.12: Intervalo da Prosperidade Social.



Fonte: *Atlas da Vulnerabilidade Social (IPEA, 2015).*

Para conduzir a análise do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), da prosperidade social e outros indicadores, foi necessário utilizar um ambiente SIG. Para essa finalidade, foi empregue o software ArcGIS versão 10.8, obtido por meio da licença acadêmica concedida ao ENPLAGEO/GEOTEC.

Quanto aos dados empregados, foram utilizadas informações fornecidas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em sua biblioteca. Esses dados abrangem os anos de 2000 e 2010 e foram organizados em dois formatos: .xlsx, conhecido como "base completa", e "shapefiles", representando as unidades de habitação (UDHs) de cada região metropolitana do país.

Após a seleção da área de estudo, foi utilizado o software QGIS 3.22, utilizando a ferramenta de vetor que disponibiliza opções de geoprocessamento. Uma dessas opções é a função de recorte, que foi utilizada para delimitar a área municipal de interesse. É relevante destacar que os dados fornecidos estão organizados por Unidades de Desenvolvimento Humano (UDHs). No entanto, essas UDHs foram integradas aos bairros para melhorar a compreensão espacial.

Após delimitar a área de estudo utilizando o arquivo .shp, segue-se com o recorte do arquivo .xlsx correspondente ao município selecionado. Este arquivo contém as Unidades de Desenvolvimento Humano (UDHs), que são segmentadas por bairros. Esta etapa é essencial para analisar a distribuição de cada dado em cada UDH. Isso inclui o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) e seus subíndices, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e seus subíndices, além da prosperidade social e outros indicadores relevantes. Vale ressaltar que as UDHs são definidas com base nas características qualitativas dos bairros, podendo uma mesma UDH abranger múltiplos bairros, conforme preconizado pelo IPEA (2015).

Após separar o arquivo .shp e os dados em .xlsx correspondentes ao ano de interesse para o município, a próxima etapa consiste na junção e seleção dos campos relevantes. Isso inclui o IVS e seus subíndices, o IDHM e seus subíndices, além da prosperidade social. Essa junção é realizada utilizando a ferramenta de União disponível no QGIS 3.22. É feita a identificação das UDHs presentes na tabela de extensão .xlsx e na UDH_ATLAS do arquivo .shp do município. É crucial ressaltar que a união desses

dados deve seguir este procedimento rigorosamente, pois qualquer desvio pode resultar em erros e falhas na junção dos dados.

3.10.5 Vulnerabilidade Institucional

A vulnerabilidade institucional se evidencia quando o Estado não consegue fornecer os recursos necessários para atender às demandas da população. Assim, ela não se limita apenas à omissão estatal no cumprimento das necessidades dos cidadãos, mas também pode ser resultado da própria atuação deficiente do Estado, contribuindo para a fragilização das instituições.

A metodologia adotada neste estudo envolveu a análise do Relatório³ de Informação gentilmente cedido pela Secretaria de Defesa Social de Pernambuco (SDS/PE) - Gerência de Ajuda Humanitária, em colaboração com a gerência de articulação e gestão em desastres, datado de 01 de fevereiro de 2024. Este relatório foi elaborado com o propósito de direcionar as ações a serem realizadas durante as visitas técnicas aos municípios, com foco especial nos municípios, com o intuito de lidar com possíveis desastres decorrentes de fenômenos adversos comuns durante o período de inverno.

3.11 Aerolevantamento com VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado – DRONE)

3.11.1 Cadastro de Aeronaves e Seguro de Responsabilidade Civil do Explorador ou Transportador Aéreo (RETA)

Conforme informado no website da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) (<https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones/novo-sisant>), o Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT) foi estabelecido em maio de 2017 com o propósito de adotar uma abordagem nova, ágil e moderna para promover o desenvolvimento do setor de drones no Brasil. Em 2022, o sistema já contava com mais de 90 mil drones cadastrados. A plataforma possui integração com toda a rede de dados da ANAC, o que permite a unificação dos perfis dos usuários com outros sistemas da Agência, assegurando maior segurança e estabilidade no serviço oferecido.

Portanto, utilizando o SISANT, as aeronaves utilizadas no PMRR de Olinda foram cadastradas de acordo com as seguintes certificações: a Figura 3.13 mostra o certificado do Mavic Mini, pertencente ao Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologias (GEOTEC), Departamento de Ciências Geográficas, UFPE, enquanto a Figura 3.14 exibe o certificado do Mavic 3E, equipamento doado pela Secretaria Nacional de Periferias do Ministério das Cidades para o PMRR em questão.

³ Relatório N.º 18/2024 – SDS – SEPDEC/GAH (46309676).

De acordo com o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial RBACE nº 94 da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), foi efetuado o seguro obrigatório RETA (Responsabilidade Civil do Explorador ou Transportador Aéreo) para o Drone Modelo Mavic 3. Para o Mavic Mini, não foi requerido, dado que pesa 249g e, conforme a legislação em vigor, o seguro RETA é obrigatório no Brasil para voos profissionais, com a exceção de Drones que pesem menos de 250 gramas (Anexo 3.1).

Figura 3.13: Certificação do Mavic Mini, pertencente ao Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologias (GEOTEC), Departamento de Ciências Geográficas da UFPE.

09/03/2024, 09:48	Certidão Drone
 REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL NATIONAL CIVIL AVIATION AGENCY 	
CERTIDÃO DE CADASTRO DE AERONAVE NÃO TRIPULADA – USO NÃO RECREATIVO UNMANNED AIRCRAFT INSCRIPTION CERTIFICATE - NON-RECREATIONAL	
<p>Esta certidão de cadastro, emitida de acordo com o RBAC-E nº 94, é válida até 09/03/2026 salvo em caso de cancelamento, suspensão ou revogação pela Autoridade de Aviação Civil Brasileira.</p> <p><i>This Inscription Certificate, issued in accordance with RBAC-E nr. 94, shall remain valid until 03/09/2026 unless it is cancelled, suspended or revoked by the Brazilian Civil Aviation Authority.</i></p> <p>Operador (Operator): RODRIGO MIKOSZ GONCALVES</p> <p>Documento (document): CPF: [REDACTED]</p> <p>O descumprimento da regulamentação aplicável pode ensejar consequências administrativas, civis e/ou criminais para o infrator. <i>Not complying with the applicable regulations may result in administrative and/or legal penalties for the transgressor.</i></p>	<p>Nº de cadastro (Register Number): PP-108675370</p> <p>Uso (Purpose): não recreativo (non-recreational) Ramo de atividade principal (Business): Aerolevantamento - Aerofotogrametria Fabricante (Maker): DJI Modelo (Model): Mavic Mini (MT1SS5) Nº de série (Serial Number): 1SZCH684128VCT Peso máximo de decolagem (MTOW): 0,25 Informações adicionais (additional information): Não há.</p>
<p>O detentor desta certidão de cadastro (o operador), ou aquele com quem for compartilhada sua aeronave, é considerado apto pela ANAC a realizar voos não recreativos no Brasil, com a aeronave não tripulada acima identificada, em conformidade com os regulamentos aplicáveis da ANAC. É responsabilidade do operador tomar as providências necessárias para a operação segura da aeronave, assim como conhecer e cumprir os regulamentos do DECEA, da Anatel, e de outras autoridades competentes.</p> <p><i>The holder of this inscription certificate (the operator), or the person with whom this aircraft is shared, is considered apt by Brazilian Civil Aviation Authority to perform non-recreational flights in Brazil, using the above identified unmanned aircraft, in conformity with the applicable regulations of Brazilian Civil Aviation Authority. It's the operator's responsibility to take the necessary actions to ensure a safe operation, as well as know and comply with the regulations of air traffic control (ATC), telecommunications, and other competent authorities.</i></p> <p>A validade desta certidão pode ser verificada pelo link https://santosdumont.anac.gov.br/menu/f?p=133:14</p> <p>Local e data da emissão (Place and date of issue): Brasília, 09 de março de 2024 Brasília, March 09, 2024</p> <p>Esta certidão de cadastro não é válida para aeronaves não tripuladas acima de 25 kg de peso máximo de decolagem, ou em voos além da linha de visada visual (BVLOS) ou acima de 400 pés ou 120 metros acima do nível do solo (AGL).</p>	

https://santosdumont.anac.gov.br/menu/f?p=133:11:11418070777032::11:P11_ID_DRONE_VRG:170969&cs=15GwWLVTIKpXtb27sjeKwIMaA... 1/2

09/03/2024, 09:48	Certidão Drone
CERTIDÃO DE CADASTRO DE AERONAVE NÃO TRIPULADA – USO NÃO RECREATIVO UNMANNED AIRCRAFT INSCRIPTION CERTIFICATE - NON-RECREATIONAL	
<p><i>This inscription certificate is not valid for unmanned aircraft of more than 25 kg maximum takeoff weight, or flying beyond visual line of sight (BVLOS) or over 400 feet or 120 meters above ground level (AGL).</i></p>	

Fonte: ANAC (2024).

Figura 3.14: Certificado do Mavic 3E, equipamento doado para o PMRR de Olinda.

06/04/2024, 10:55	Certidão Drone	
	REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL <i>FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL</i> AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL <i>NATIONAL CIVIL AVIATION AGENCY</i>	
CERTIDÃO DE CADASTRO DE AERONAVE NÃO TRIPULADA – USO NÃO RECREATIVO		
UNMANNED AIRCRAFT INSRIPTION CERTIFICATE - NON-RECREATIONAL		
<p>Esta certidão de cadastro, emitida de acordo com o RBAC-E nº 94, é válida até 06/04/2026 salvo em caso de cancelamento, suspensão ou revogação pela Autoridade de Aviação Civil Brasileira.</p> <p><i>This Inscription Certificate, issued in accordance with RBAC-E nr. 94, shall remain valid until 04/06/2026 unless it is cancelled, suspended or revoked by the Brazilian Civil Aviation Authority.</i></p> <p>Operador (Operator): RODRIGO MIKOSZ GONCALVES</p> <p>Documento (document): CPF: [REDACTED]</p> <p>O descumprimento da regulamentação aplicável pode ensejar consequências administrativas, civis e/ou criminais para o infrator.</p> <p><i>Not complying with the applicable regulations may result in administrative and/or legal penalties for the transgressor.</i></p>		<p>Nº do cadastro (Register Number): PP-538025617</p> <p>Uso (Purpose): não recreativo (non-recreational) Ramo de atividade principal (Business): Aerolevantamento - Aerofotogrametria Fabricante (Maker): DJI Modelo (Model): Mavic 3e Nº de série (Serial Number): 1581F5FHD23AL00DU7Q8 Peso máximo de decolagem (MTOW): 1,05 Informações adicionais (additional information): Não há.</p>
<p>O detentor desta certidão de cadastro (o operador), ou aquele com quem for compartilhada sua aeronave, é considerado apto pela ANAC a realizar voos <u>não recreativos</u> no Brasil, com a aeronave não tripulada acima identificada, em conformidade com os regulamentos aplicáveis da ANAC. É responsabilidade do operador tomar as providências necessárias para a operação segura da aeronave, assim como conhecer e cumprir os regulamentos do DECEA, da Anatel, e de outras autoridades competentes.</p> <p><i>The holder of this inscription certificate (the operator), or the person with whom this aircraft is shared, is considered apt by Brazilian Civil Aviation Authority to perform <u>non-recreational</u> flights in Brazil, using the above identified unmanned aircraft, in conformity with the applicable regulations of Brazilian Civil Aviation Authority. It's the operator's responsibility to take the necessary actions to ensure a safe operation, as well as know and comply with the regulations of air traffic control (ATC), telecommunications, and other competent authorities.</i></p> <p>A validade desta certidão pode ser verificada pelo link https://santosdumont.anac.gov.br/menu/f?p=133:14</p> <p>Local e data da emissão (Place and date of issue): Brasília, 06 de abril de 2024 Brasília, April 06, 2024</p> <p>Esta certidão de cadastro não é válida para aeronaves não tripuladas acima de 25 kg de peso máximo de decolagem, ou em voos além da linha de visada visual (BVLOS) ou acima de 400</p>		

https://santosdumont.anac.gov.br/menu/f?p=133:11:7708697897339::11:P11_ID_DRONE_VRG:178330&cs=1JIA2rG6yrtedeuGvFRC1pNt0kmA... 1/2

06/04/2024, 10:55	Certidão Drone	
CERTIDÃO DE CADASTRO DE AERONAVE NÃO TRIPULADA – USO NÃO RECREATIVO		
UNMANNED AIRCRAFT INSRIPTION CERTIFICATE - NON-RECREATIONAL		
<p>pés ou 120 metros acima do nível do solo (AGL).</p> <p><i>This inscription certificate is not valid for unmanned aircraft of more than 25 kg maximum takeoff weight, or flying beyond visual line of sight (BVLOS) or over 400 feet or 120 meters above ground level (AGL).</i></p>		

Fonte: ANAC (2024).

3.11.2 Cadastro dos Pilotos

Os pilotos foram cadastrados no Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), disponível em <https://www.decea.mil.br/>. Para conduzir operações de Aerolevantamentos, é imprescindível obter autorização do Ministério da Defesa. Tanto o piloto quanto o equipamento devem estar registrados no sistema SARPAS para solicitar voos. A Figura 3.15 ilustra o site do SARPAS, onde as aeronaves cadastradas no PMRR de Olinda podem ser visualizadas e onde os voos devem ser requisitados. Os membros da equipe de Aerolevantamento com drones do PMRR realizaram o cadastro para operação dos equipamentos e para solicitações de voos correspondentes. As aeronaves foram compartilhadas com os integrantes da equipe.

Figura 3.15: Website do SARPAS para solicitar voos.

The screenshot shows the SARPAS website interface. On the left, there's a sidebar with icons for Início, Aeronaves (which is highlighted in blue), Voo, Organizações, and Compartilhamento. The main content area has a header 'Aeronaves' and a 'SOLICITAR VOO' button. Below the header are filter options: STATUS (checked), TIPO (checked), DOCUMENTO (checked), PMD (unchecked), N° SERIE (unchecked), EXPIRA (checked), and APELIDO (checked). There's also a 'SINCRONIZAÇÃO SISANT' button. Underneath these filters is a 'FILTROS' section with a search bar containing 'Documento'. The main table is titled 'Minhas Aeronaves' and shows two entries:

STATUS	DOCUMENTO	APELIDO	TIPO	EXPIRA	...
ATIVO	PP-538025617	Mavic mini	PROFISSIONAL	06/04/2026	...
ATIVO	PP-108675370	Mavic 3E	PROFISSIONAL	09/03/2026	...

Fonte: SARPAS (2024).

3.11.3 Teste dos equipamentos

Durante esta fase de trabalho, ambos os equipamentos passaram por testes abrangentes. Foram realizadas verificações detalhadas, incluindo baterias, acessórios, câmeras, e todas as atualizações de aplicativos dos drones, além de voos de teste em campo. Destacamos aqui o DJI/Mavic mini (Figura 3.16a), equipamento pertencente ao Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologias (GEOTEC) do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE, que será empregue pelas equipes de campo para aerofotos oblíquas. Devido ao seu tamanho compacto, ele se mostra uma ferramenta versátil para capturar informações georreferenciadas no local. Por outro lado, o DJI/Mavic 3E (Figura 3.16b), fornecido para o PMRR, demonstra um desempenho avançado para projetos de Aerofotogrametria. Este será utilizado para mapear todos os setores do projeto com voos autônomos, além de também capturar fotos oblíquas.

Figura 3.16: Modelos dos equipamentos utilizados. (a) Mavic mini e (b) Mavic 3E.



Fotos: Divulgação DJI (2024).

3.11.4 Software de processamento

Nossa equipe possui experiência com inúmeros softwares de processamento de dados fotogramétricos obtidos por drones. Após várias análises e considerando o perfil do PMRR, foi decidido adotar a solução do software Drone Deploy. Esta plataforma confere às equipes a capacidade de pilotar drones, capturar e organizar fotos, gerar mapas e relatórios de inspeção, além de compartilhar facilmente todos esses dados em uma plataforma alimentada por Inteligência Artificial. Uma das principais vantagens do Drone Deploy é o seu processo de processamento de dados. Em vez da necessidade de um único computador robusto para realizar o processamento, o software permite armazenar os dados na nuvem, tornando todo o processo mais prático e seguro. Isso facilita tanto a segurança dos dados coletados em campo após o processamento quanto o compartilhamento de informações com a equipe.

A equipe enfrentará diversas tarefas e precisará acessar as informações mapeadas pelo drone de maneira rápida e eficiente. Isso será essencial tanto para a elaboração dos mapas de risco quanto para outras atividades de campo e escritório relacionadas ao projeto. Além disso, será possível acompanhar e fiscalizar os mapeamentos realizados pelo drone em tempo real. O aplicativo gera um link que pode ser acessado de qualquer lugar e em qualquer computador, permitindo o envio fácil de dados para relatórios e garantindo acesso instantâneo durante apresentações com municípios ou atividades de campo.

3.11.5 Planejamentos dos voos nos setores de risco

Para o planejamento dos voos autônomos, o primeiro passo consistiu em receber da equipe de setorização do PMRR um arquivo no formato KMZ que contém os setores a serem mapeados. Na Figura 3.17a, é mostrado um exemplo de arquivo para o município, com diversos setores distribuídos pela região. Já na Figura 3.17b, é apresentado o desenho de um polígono que cobre um conjunto específico de setores a serem mapeados. Esse polígono abrange os setores com uma margem de segurança para garantir a cobertura aérea de toda a área. Com o polígono selecionado, é possível realizar o planejamento do voo.

A Figura 3.17c mostra um exemplo de plano de voo para um setor de risco no município de Olinda. Para este polígono selecionado, abrangendo 47 hectares, seriam necessárias 248 imagens, o que exigiria o uso de 01 (uma) bateria e resultaria em um tempo de voo estimado em 11 minutos e 49 segundos. Esses dois exemplos são apenas amostras, indicando que o trabalho de campo resultará em um grande volume de imagens, exigindo várias campanhas em Olinda por parte da equipe.

É importante lembrar que o momento ideal para o aerolevantamento ocorre quando o sol está próximo à posição zenital, por volta do meio-dia. As condições meteorológicas, como vento, precipitação e cobertura de nuvens, devem ser cuidadosamente consideradas nos dias de realização das campanhas. Em alguns casos, as condições ambientais adversas podem levar ao cancelamento da campanha.

Figura 3.17: Planejamento de voo no município de Olinda - (a) mapa de setores, (b) polígono recobrindo um conjunto de setores agrupados para ser mapeado e (c) resultado do planejamento de voo.



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). **Base de dados:** Google Earth Pro (2024) e Drone Deploy (2024).

3.12 Mapeamento dos setores de risco

O mapeamento das áreas de risco será realizado em escala de zoneamento, que inclui a identificação dos principais processos em atividade no município (deslizamentos e inundações), a delimitação dos setores de risco e a avaliação do grau de risco de ocorrência de acidentes. Esse zoneamento envolve, portanto, a identificação dos processos destrutivos presentes, a avaliação do risco de ocorrência de acidentes e a delimitação e distribuição espacial de setores homogêneos de acordo com o grau de probabilidade de ocorrência do processo ou de risco. Serão estabelecidas quatro classes de risco (desde R1 - risco baixo a R4 - risco muito alto). Isso permite a individualização e caracterização de cada setor, fornecendo informações sobre os diferentes níveis de risco aos quais estão sujeitos e estabelecendo as classes de risco apropriadas para uma classificação por prioridade e uma tomada de decisão mais eficaz (Brasil, 2007). A escala utilizada será 1:2.000 (por setor), e as etapas de trabalho para este mapeamento serão detalhadas a seguir.

3.12.1 Identificação e mapeamento de riscos geológicos

Os deslizamentos translacionais, de ocorrência frequente no município e fonte significativa de risco para as áreas precárias, são os processos geológicos identificados para o mapeamento de risco. O mapeamento adotará os princípios teórico-metodológicos delineados por Brasil (2007), complementados por avanços conceituais introduzidos pela Secretaria Nacional de Periferias, conforme descritos no "Guia para elaboração de Planos Municipais de Redução de Riscos: diretrizes técnicas para inovações metodológicas", publicado em 2024.

3.12.1.1 Etapa 1: zoneamento – pré setorização

A pré-setorização das áreas de risco corresponde à fase de divisão do território onde estão localizadas construções habitadas, vulneráveis a danos e perdas em áreas suscetíveis a deslizamentos (Brasil, 2007; Lana *et al.*, 2021). Levando em consideração a escala de zoneamento e as prioridades do PMRR, apenas as áreas de assentamentos precários (favelas) foram incluídas no mapeamento do município, abrangendo tanto áreas urbanas quanto rurais caracterizadas por habitações precárias e com infraestrutura deficitária com elevados graus de vulnerabilidade.

A identificação preliminar das áreas de risco, por meio da pré-setorização, desempenha um papel crucial ao orientar a equipe técnica durante os trabalhos de campo. Para a pré-setorização, foram considerados determinados critérios e materiais, conforme descritos a seguir. Os critérios adotados seguem a recomendação clássica proposta por Brasil (2007), complementados pelas inovações

sugeridas pela Secretaria Nacional de Periferias, especialmente na consideração das demandas expressas pela própria população, contribuindo ativamente para o processo de pré-setorização.

1. Documentos preliminares: empregados como base para a verificação de setores anteriormente delimitados, possibilitando a atualização dessas áreas. Para tanto, os seguintes materiais foram utilizados:

- a. Último Plano Municipal de Redução de Riscos⁴ em assentamentos precários do município de Olinda realizado entre 2004 e 2006;
- b. Setorização de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa no município realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM)⁵ e publicado em 2012; e
- c. Último Plano Diretor de Olinda (Lei Complementar Nº 026/2004) e revisado em 2008⁶.

2. Dados básicos do município: limite municipal, sede municipal, malha rodoviária, drenagem, bairros e limite da zona rural disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022) e Prefeitura Municipal de Olinda (2024).

3. Distribuição das favelas no município: considerando que o mapeamento de risco deste PMRR tem como foco os assentamentos precários, foi utilizado o arquivo *shapefile* dos ainda denominados "aglomerados subnormais 2019: classificação preliminar", disponibilizados pelo IBGE (2019)⁷, para a localização dessa categoria no município (Figura 3.18).

4. Mapas de suscetibilidade a deslizamentos: os mapas de suscetibilidade são úteis a pré-setorização, pois indicam as áreas mais propensas a ocorrências de deslizamentos no município. Para isso, foram utilizados:

- a. Mapa de suscetibilidade produzido neste relatório utilizando o modelo SHASLTAB e;
- b. Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa do município de Olinda produzido pela CPRM (2015)⁸.

5. Declividade/inclinação: foram identificadas as áreas de maior declividade do município, uma vez que estas são mais suscetíveis ao processo de deslizamento. Para isso, foi utilizado o seguinte recurso:

⁴ Contrato nº. 160/2004 (ordem de Serviço nº. 005/2004, datada de 09/12/2004), firmado entre a Prefeitura Municipal de Olinda - PMO e a empresa de consultoria Gusmão Engenheiros Associados Ltda, como parte do Plano Municipal de Redução de Risco - PMRR, com recursos do Ministério das Cidades, disponível publicamente.

⁵ Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19989>.

⁶ Disponível em: https://www.olinda.pe.gov.br/wp-content/uploads/2016/04/revisao_plano_diretor_lei026-2004_revisado_lei-32-2008.pdf.

⁷ Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101717>.

⁸ Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15026>.

- a. Mapa de declividade derivado do Modelo Digital do Terreno (MDT) obtido por meio do Programa Pernambuco Tridimensional (PE3D), fornecido pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco (Cirilo *et al.*, 2014; SEDEC, 2016).

6. **Tipologia dos processos:** a identificação de áreas onde ocorreram deslizamentos auxilia na pré-sensorização, uma vez que áreas com histórico de deslizamentos passados podem apresentar risco de novos eventos (Figura 3.18). Para isso, foram utilizados os seguintes materiais:
 - a. Banco de ocorrências georreferenciado por Xavier (2020); e
 - b. Planilha de ocorrências cedida pela Prefeitura municipal entre 2009 e 2022.

7. **Padrão de arruamento:** a configuração das ruas nas áreas mapeadas auxilia a definir os limites dos setores (Figura 3.18). Para isso foram utilizados:
 - a. Interpretação de imagens de satélite do ano de 2024 fornecidas pelos mapas base dos softwares QGIS 3.22 (*Google Maps Satellite*) e ArcGIS 10.8 (imagens de satélite disponibilizadas pela ESRI - *Environmental Systems Research Institute*), Maxar, Earthstar Geographics e pela comunidade de usuários de SIG, com resolução espacial de 0,3 m; e
 - b. Fotos ao nível do solo do software *Google Street View*.

8. **Posição da ocupação em relação à encosta:** a localização das moradias em relação à encosta indica a possibilidade de queda ou impacto. As moradias situadas no topo da encosta têm maior probabilidade de queda, enquanto as localizadas na base têm maior probabilidade de serem atingidas. As moradias em meia encosta apresentam tanto risco de queda quanto de serem atingidas (Figura 3.18). Para essa análise, foram utilizados os seguintes materiais:
 - a. Mapa de relevo sombreado (*hillshade*) derivado do Modelo Digital do Terreno (MDT) obtido por meio do Programa Pernambuco Tridimensional (PE3D), fornecido pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco (Cirilo *et al.*, 2014; SEDEC, 2016);
 - b. Interpretação de imagens de satélite do ano de 2024 fornecidas pelos mapas base dos softwares QGIS 3.22 (*Google Maps Satellite*) e ArcGIS 10.8 (imagens de satélite disponibilizadas pela ESRI - *Environmental Systems Research Institute*), Maxar, Earthstar Geographics e pela comunidade de usuários de SIG, com resolução espacial de 0,3 m;
 - c. Curvas de nível com equidistância de 5 m extraídas do PE3D;
 - d. Levantamento das encostas do município disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Olinda (2024) (Figura 3.18); e
 - e. Fotos ao nível do solo do software *Google Street View*.

9. **Qualidade da ocupação (vulnerabilidade):** uma ocupação com moradias em madeira ou resíduos de construção civil oferece menor resistência ao impacto da massa deslizante. Por outro lado, as moradias em alvenaria têm maior resistência ao impacto devido às suas fundações e

paredes mais robustas. As ocupações mistas apresentam uma vulnerabilidade intermediária.

Para essa avaliação, foram utilizados os seguintes materiais:

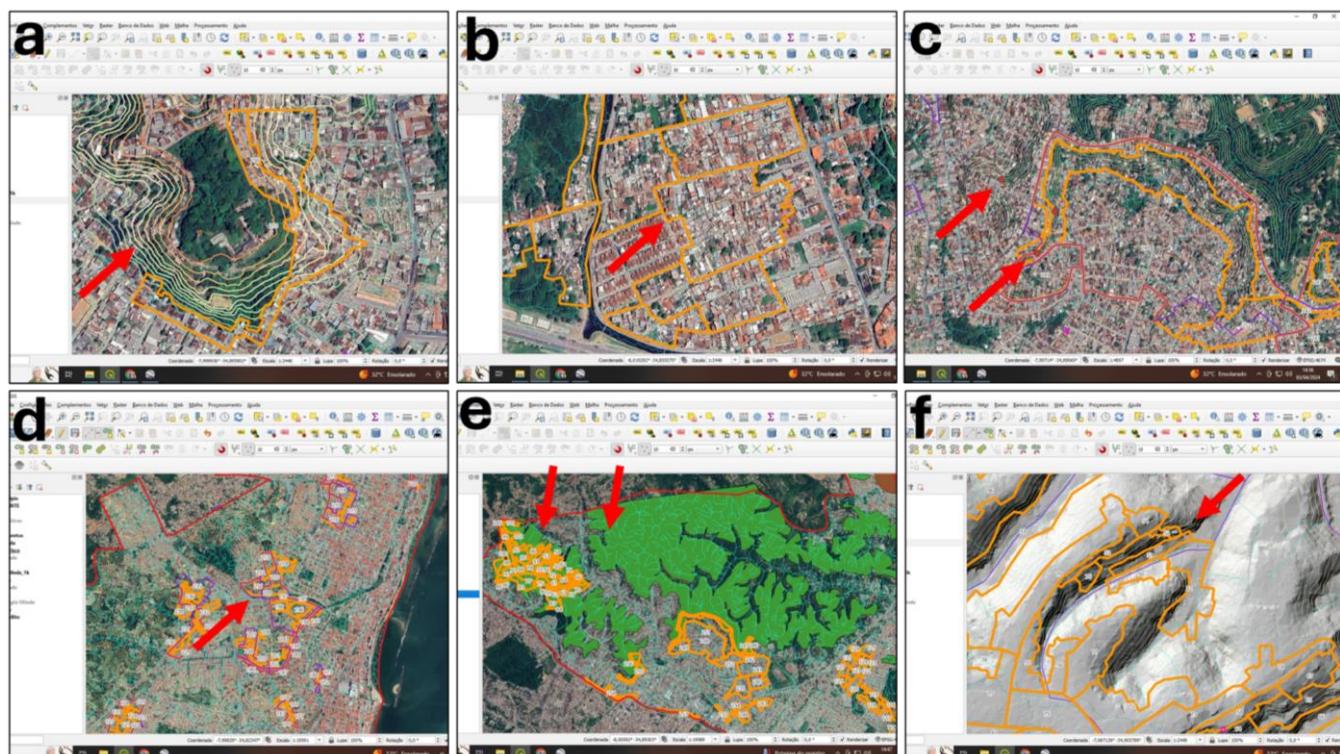
- a. Mapa de Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) apresentado neste relatório; e
- b. Fotos ao nível do solo do software Google Street View.

10. Recomendações técnicas do comitê gestor municipal;

11. Recomendações dos residentes e líderes comunitários das áreas mapeadas: por meio de audiências de escuta aberta, foram coletadas as demandas da comunidade e identificadas as áreas de maior risco, cujos resultados são detalhados neste relatório.

No ambiente SIG, os pré-setores foram criados como polígonos, em termos de sua geometria, utilizando a ferramenta "adicionar feição" (*add feature*) do software QGIS 3.22 (Figura 3.18) e georreferenciados em SIRGAS 2000. Cada setor foi numerado sequencialmente por meio da edição da tabela de atributos, seguida da inclusão de colunas de classes temáticas (por exemplo, geologia, geomorfologia, solo, entre outras) que facilitarão o entendimento prévio dessas categorias para orientar melhor as equipes em campo.

Figura 3.18: Exemplos de alguns dos critérios e materiais utilizados para a pré-setorização em ambiente SIG: “a” curvas de nível, “b” padrão de arruamento, “c” pontos de deslizamentos (setas), “d” shapefile de aglomerados subnormais (representado em lilás), “e” encostas do município (verde), “f” modelo sombreado do relevo para localização da alta, média e baixa encosta.



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Base de Dados: PE3D (2016), IBGE (2019), Xavier (2020), Prefeitura Municipal de Olinda (2024), Google Maps Satellite (2024), ESRI (2024).

3.12.1.2 Etapa 2: Trabalhos de campo, setorização e atribuição dos graus de risco

Após a fase de pré-delimitação, os trabalhos de setorização serão iniciados, utilizando aerolevantamento com drones e aplicação de fichas de campo (modelo check list) durante as atividades de campo. O planejamento do voo será elaborado visando contribuir com as atividades de campo e obter imagens verticais e oblíquas de alta resolução, com o objetivo de fornecer uma base de imagens mais completa para confirmar o perímetro e o limite espacial de cada setor de risco.

As fichas de cadastro a serem utilizadas nos trabalhos de campo (ver Quadro 3.7), para a identificação e o mapeamento das áreas de risco, seguem a base metodológica inicialmente estabelecida por Brasil (2007). No entanto, devido ao avanço teórico-metodológico dos conceitos de redução do risco de desastres ao longo deste período, novas categorias foram implementadas conforme o "Guia para elaboração de Planos Municipais de Redução de Riscos: diretrizes técnicas para inovações metodológicas" (Secretaria Nacional de Periferias/Ministério das Cidades), além de apontamentos da equipe técnica da UFPE responsável pelo PMRR.

Portanto, as fichas incluem detalhes e caracterização dos setores de risco identificados, contendo informações que descrevem o território em análise e suas particularidades. Em outras palavras, uma ficha (minimamente) é aplicada para cada setor de risco de forma individual (ver Quadro 3.7).

As fichas incluem indicadores naturais de suscetibilidade/caracterização do terreno; descrição da infraestrutura; detalhes sobre o processo geodinâmico; caracterização da vulnerabilidade; ações estruturais; comunicação de risco e classificação do grau de risco (Quadro 3.7). Também será possível identificar processos com atuação secundária nos setores, levando em conta a perspectiva multirrisco (riscos interligados).

A análise e os resultados das fichas preenchidas durante as atividades de campo possibilitarão a determinação do grau de risco em quatro categorias: **R1 (baixo risco), R2 (médio risco), R3 (alto risco) e R4 (muito alto risco)**. Os critérios utilizados para definir o grau de risco (ver Quadro 3.8) são aqueles propostos por Brasil (2007) com modificações, devido as novas categorias incluídas.

É importante ressaltar que a sistematização das fichas após as atividades de campo pode resultar em um aumento ou redução no número de pré-setores inicialmente identificados e mostrados neste relatório, dependendo da realidade observada no terreno, das dinâmicas de crescimento das comunidades, da fusão de setores devido a graus de risco semelhantes e/ou de outras situações que só serão evidenciadas por meio das vistorias e do aerolevantamento com drone.

Quadro 3.7: Ficha de Setor de Risco a ser utilizada durante as atividades de campo para a setorização final e atribuição dos graus de risco a deslizamento.

Plano Municipal de Redução de Riscos – PMRR (setores de risco a deslizamento)					
Município:	Bairro:	Data da Avaliação: ____/____/____			
Equipe:					
Número do Setor:	Coordenadas Geográficas:				
Endereço/Referência:					
Comunidade(s):					
Quadrícula do mapa síntese:					
Caracterização do Terreno e da Infraestrutura					
Abastecimento de Água: <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Inexistente	Esgotamento Sanitário: <input type="checkbox"/> Canalizado até a rede oficial <input type="checkbox"/> Lançado diretamente na encosta <input type="checkbox"/> Lançado diretamente no canal <input type="checkbox"/> Fossa				
	<input type="checkbox"/> Inexistente	<input type="checkbox"/> Precário	<input type="checkbox"/> Satisfatório		
Sistema Viário e Acesso:	<input type="checkbox"/> Arterial	<input type="checkbox"/> Coletora	<input type="checkbox"/> Local	<input type="checkbox"/> Becos	<input type="checkbox"/> Caminhos
	<input type="checkbox"/> Flexível	<input type="checkbox"/> Rígido	<input type="checkbox"/> Intertravado	<input type="checkbox"/> Paralelepípedo	
Tipos de Revestimento:	<input type="checkbox"/> Não Pavimentado (solo exposto)				
	<input type="checkbox"/> Veicular	<input type="checkbox"/> Veicular 4 x 4	<input type="checkbox"/> Veicular 2 rodas	<input type="checkbox"/> A pé	
Condições de acesso:	<input type="checkbox"/> <3% (Muito fraca)	<input type="checkbox"/> 3-8% (Fraca)	<input type="checkbox"/> 8-20% (Moderado)	<input type="checkbox"/> 20-45% (Forte)	
	<input type="checkbox"/> >45% (Muito forte)				
Declividade da Encosta (%):					
	<input type="checkbox"/> Rocha sã	<input type="checkbox"/> Matação	<input type="checkbox"/> Paredão rochoso		
Substrato Rochoso (litologia, grau de alteração, estruturas):	<input type="checkbox"/> Solo. Tipo de solo:				
	<input type="checkbox"/> Sedimento. Tipo de sedimento: Eluvial	<input type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Aluvial	<input type="checkbox"/>	
Depósitos de cobertura (tipo, volume):	<input type="checkbox"/> Superfície impermeabilizada				
	<input type="checkbox"/> Volume de solo/sedimento exposto: <input type="checkbox"/> Baixo <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Alto				
Indicativos de Movimentação: <input type="checkbox"/> Degraus de abatimento <input type="checkbox"/> Muros/paredes deformadas	<input type="checkbox"/> Trincas no terreno <input type="checkbox"/> Inclinação de árvores <input type="checkbox"/> Inclinação de muros		<input type="checkbox"/> Trincas na moradia <input type="checkbox"/> Inclinação de postes <input type="checkbox"/> Cicatriz de deslizamento		
Agentes Potencializadores:					
<input type="checkbox"/> Lançamento de água servida/esgoto <input type="checkbox"/> Lixo/Entulho <input type="checkbox"/> Cortes verticalizados <input type="checkbox"/> Concentração de fluxo superficial	<input type="checkbox"/> Área desmatada <input type="checkbox"/> Aterro/Bota Fora <input type="checkbox"/> Tubulação rompida <input type="checkbox"/> Infraestrutura urbana inadequada		<input type="checkbox"/> Vegetação arbórea <input type="checkbox"/> Vegetação herbácea <input type="checkbox"/> Bananeiras <input type="checkbox"/> Outro tipo de cultivo: _____		
Descrição do Processo Geodinâmico					
<input type="checkbox"/> Erosão. Tipo de erosão: <input type="checkbox"/> Ravina <input type="checkbox"/> Voçoroca <input type="checkbox"/> Rastejo <input type="checkbox"/> Queda/Rolamento de Blocos <input type="checkbox"/> Corridas <input type="checkbox"/> Subsidência <input type="checkbox"/> Colapso <input type="checkbox"/> Enxurrada <input type="checkbox"/> Deslizamento translacional <input type="checkbox"/> Deslizamento rotacional			Legenda: X (processo primário – deslizamentos) • (processos secundários)		
Materiais Envoltos:		<input type="checkbox"/> Rocha <input type="checkbox"/> Solo/Sedimentos <input type="checkbox"/> Detritos (lixo, entulho e/ou restos de construção civil)			
Dimensões previstas para os processos geodinâmicos:		<input type="checkbox"/> < 5,0 m ³ <input type="checkbox"/> 5,0 – 10,0 m ³ <input type="checkbox"/> 10,0 - 20,0 m ³ <input type="checkbox"/> > 20,0 m ³			

Caracterização da Vulnerabilidade	
Número de Domicílios/Edificações no setor:	
Densidade da ocupação:	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa
Distância da moradia em relação à encosta/talude:	<input type="checkbox"/> < 2,0 m <input type="checkbox"/> 2,0 – 4,0 m <input type="checkbox"/> 4,0 – 6,0 m <input type="checkbox"/> > 6,0 m
Tipologia Construtiva:	<input type="checkbox"/> “Plástico/Madeirite/Lata” <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Taipa <input type="checkbox"/> Mista
Conservação Estrutural:	<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta
Vulnerabilidade construtiva das edificações:	<input type="checkbox"/> Baixa: danos estruturais não esperados. <input type="checkbox"/> Média: danos esperados relacionados a trincas e colapso parcial nas paredes. <input type="checkbox"/> Alta: danos estruturais esperados com excessivas deformações das estruturas, colapso parcial dos domicílios. <input type="checkbox"/> Muita Alta: danos estruturais esperados com comprometimento integral estrutural e possibilidade de colapso total dos domicílios.
Existência de população com necessidades especiais?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Desconhecido
Ações estruturais existentes	
<input type="checkbox"/> Muro de Arrimo/Contenção <input type="checkbox"/> Gabião <input type="checkbox"/> Solo grampeado <input type="checkbox"/> Cortina atirantada <input type="checkbox"/> Retaludamento <input type="checkbox"/> Ações paliativas (lonas; geomanta) <input type="checkbox"/> Soluções Baseadas na Natureza <input type="checkbox"/> Outras: _____	
Comunicação de risco existente	
<input type="checkbox"/> Rota de fuga <input type="checkbox"/> Abrigo temporário <input type="checkbox"/> Abrigo permanente <input type="checkbox"/> Placas de aviso <input type="checkbox"/> Sirenes <input type="checkbox"/> Outras: _____	
Eventos	
Ano_____ Magnitude:_____ Fonte: <input type="checkbox"/> Morador <input type="checkbox"/> Defesa Civil <input type="checkbox"/> Outros _____	
Ano_____ Magnitude:_____ Fonte: <input type="checkbox"/> Morador <input type="checkbox"/> Defesa Civil <input type="checkbox"/> Outros _____	
Ano_____ Magnitude:_____ Fonte: <input type="checkbox"/> Morador <input type="checkbox"/> Defesa Civil <input type="checkbox"/> Outros _____	
Ano_____ Magnitude:_____ Fonte: <input type="checkbox"/> Morador <input type="checkbox"/> Defesa Civil <input type="checkbox"/> Outros _____	
Ano_____ Magnitude:_____ Fonte: <input type="checkbox"/> Morador <input type="checkbox"/> Defesa Civil <input type="checkbox"/> Outros _____	
Classificação do Risco	
Grau de Risco:	<input type="checkbox"/> Muito Alto (R4) <input type="checkbox"/> Alto (R3) <input type="checkbox"/> Médio (R2) <input type="checkbox"/> Baixo (R1)
Há necessidade de ações emergenciais?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Observações e Descrições Adicionais	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
Fotos	

Fonte: Secretaria Nacional de Periferias/Ministério das Cidades (2024).

Quadro 3.8: Critérios para determinação do grau de risco a deslizamentos.

Grau de Risco	Descrição
R1 Baixo	<p>1.Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de deslizamentos;</p> <p>2.Não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas;</p> <p>3.A vulnerabilidade observável é baixa (danos estruturais não esperados) e;</p> <p>4.Mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
R2 Médio	<p>1.Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de deslizamentos;</p> <p>2.Observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (encostas), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento;</p> <p>3.A vulnerabilidade observável é média (danos esperados relacionados a trincas e colapso parcial nas paredes); e</p> <p>4.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>
R3 Alto	<p>1.Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de deslizamentos;</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.A vulnerabilidade observável é alta (danos estruturais esperados com excessivas deformações das estruturas, colapso parcial dos domicílios); e</p> <p>4.Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
R4 Muito alto	<p>1.Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de deslizamentos;</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 encosta) 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.A vulnerabilidade observável é muita alta (danos estruturais esperados com comprometimento integral estrutural e possibilidade de colapso total dos domicílios); e</p> <p>4.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: Modificado de Brasil (2007).

3.12.2 Identificação e mapeamento de riscos hidrológicos

Quanto aos riscos hidrológicos, as inundações são eventos frequentes no município e representam uma fonte significativa de risco para as áreas precárias. O mapeamento também seguirá os princípios teórico-metodológicos estabelecidos por Brasil (2007), complementados por avanços conceituais introduzidos pela Secretaria Nacional de Periferias, conforme descritos no "Guia para elaboração de Planos Municipais de Redução de Riscos: diretrizes técnicas para inovações metodológicas", publicado em 2024.

3.12.2.1 Etapa 1: zoneamento – pré setorização

Assim como nos setores de risco de deslizamentos, os setores de risco de inundação também serão limitados aos assentamentos precários (favelas), englobando áreas urbanas e rurais caracterizadas por habitações precárias e infraestrutura deficiente, com elevados níveis de vulnerabilidade.

Para a pré-setorização dos setores de risco de inundação, foram igualmente considerados critérios e materiais específicos, como detalhado abaixo. Os critérios adotados seguem a recomendação tradicional proposta por Brasil (2007), enriquecidos pelas inovações sugeridas pela Secretaria Nacional de Periferias, especialmente ao levar em conta as demandas expressas pela própria população, contribuindo ativamente para o processo de pré-setorização.

- 1. Documentos preliminares:** empregados como base para a verificação de setores anteriormente delimitados, possibilitando a atualização dessas áreas. Para tanto, os seguintes materiais foram utilizados:
 - a. Último Plano Municipal de Redução de Riscos⁹ em assentamentos precários do município de Olinda realizado entre 2004 e 2006;
 - b. Setorização de áreas de alto e muito alto risco a enchentes no município realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM)¹⁰ e publicado em 2012; e
 - c. Último Plano Diretor de Olinda (Lei Complementar Nº 026/2004) e revisado em 2008¹¹.
- 2. Dados básicos do município:** limite municipal, sede municipal, malha rodoviária, drenagem, bairros e limite da zona rural disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022) e Prefeitura Municipal de Olinda (2024).
- 3. Distribuição das favelas no município:** considerando que o mapeamento de risco deste PMRR tem como foco os assentamentos precários, foi utilizado o arquivo *shapefile* dos ainda denominados "aglomerados subnormais 2019: classificação preliminar", disponibilizados pelo IBGE (2019)¹², para a localização dessa categoria no município.
- 4. Mapas de suscetibilidade à inundação:** os mapas de suscetibilidade são úteis a pré-setorização, pois indicam as áreas mais propensas a ocorrências de inundações no município. Para isso, foram utilizados:

⁹ Contrato nº. 160/2004 (ordem de Serviço nº. 005/2004, datada de 09/12/2004), firmado entre a Prefeitura Municipal de Olinda - PMO e a empresa de consultoria Gusmão Engenheiros Associados Ltda, como parte do Plano Municipal de Redução de Risco - PMRR, com recursos do Ministério das Cidades, disponível publicamente.

¹⁰ Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19989>.

¹¹ Disponível em: https://www.olinda.pe.gov.br/wp-content/uploads/2016/04/revisao_plano_diretor_lei026-2004_revisado_lei-32-2008.pdf.

¹² Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101717>.

- a. Mapa de relevo sombreado (*hillshade*) derivado do Modelo Digital do Terreno (MDT) obtido por meio do Programa Pernambuco Tridimensional (PE3D), fornecido pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco (Cirilo *et al.*, 2014; SEDEC, 2016) para identificação das áreas de planície e fundos de vale;
- b. Mapa de suscetibilidade produzido neste relatório utilizando o modelo HEC-RAS (manchas de inundação); e
- c. Carta de suscetibilidade a inundação do município de Olinda produzido pela CPRM (2015)¹³.

5. **Tipologia dos processos:** a identificação de áreas onde ocorreram inundações auxilia na pré-setorização, uma vez que áreas com histórico de inundações passadas podem apresentar risco de novos eventos (Figura 3.19). Para isso, foram utilizados os seguintes materiais:

- a. Planilha de ocorrências cedida pela Prefeitura municipal; e
- b. Mancha de inundação produzida neste relatório (HEC-RAS) (Figura 3.19).

6. **Padrão de arruamento:** a configuração das ruas nas áreas mapeadas auxilia a definir os limites dos setores. Para isso foram utilizados:

- a. Interpretação de imagens de satélite do ano de 2024 fornecidas pelos mapas base dos softwares QGIS 3.22 (*Google Maps Satellite*) e ArcGIS 10.8 (imagens de satélite disponibilizadas pela ESRI - *Environmental Systems Research Institute*), Maxar, Earthstar Geographics e pela comunidade de usuários de SIG, com resolução espacial de 0,3 m; e
- b. Fotos ao nível do solo do software *Google Street View*.

7. **Posição da ocupação em relação ao canal de drenagem:** foram identificadas as moradias localizadas mais próximas dos canais de drenagem, bem como aquelas mais distantes, mas ainda influenciadas pela drenagem nas áreas de planície conforme as manchas de inundação utilizadas. Isso leva em conta que as populações ribeirinhas estão sujeitas a maior risco, incluindo a possibilidade de solapamento das margens fluviais. Para essa análise, foram utilizados os seguintes materiais:

- a. Interpretação de imagens de satélite do ano de 2024 fornecidas pelos mapas base dos softwares QGIS 3.22 (*Google Maps Satellite*) e ArcGIS 10.8 (imagens de satélite disponibilizadas pela ESRI - *Environmental Systems Research Institute*), Maxar, Earthstar Geographics e pela comunidade de usuários de SIG, com resolução espacial de 0,3 m; e
- b. Fotos ao nível do solo do software *Google Street View*.

¹³ Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15026>.

8. Qualidade da ocupação (vulnerabilidade): uma ocupação com moradias em madeira ou resíduos de construção civil oferece menor resistência ao impacto das inundações. Por outro lado, as moradias em alvenaria têm maior resistência ao impacto devido às suas fundações e paredes mais robustas. As ocupações mistas apresentam uma vulnerabilidade intermediária.

Para essa avaliação, foram utilizados os seguintes materiais:

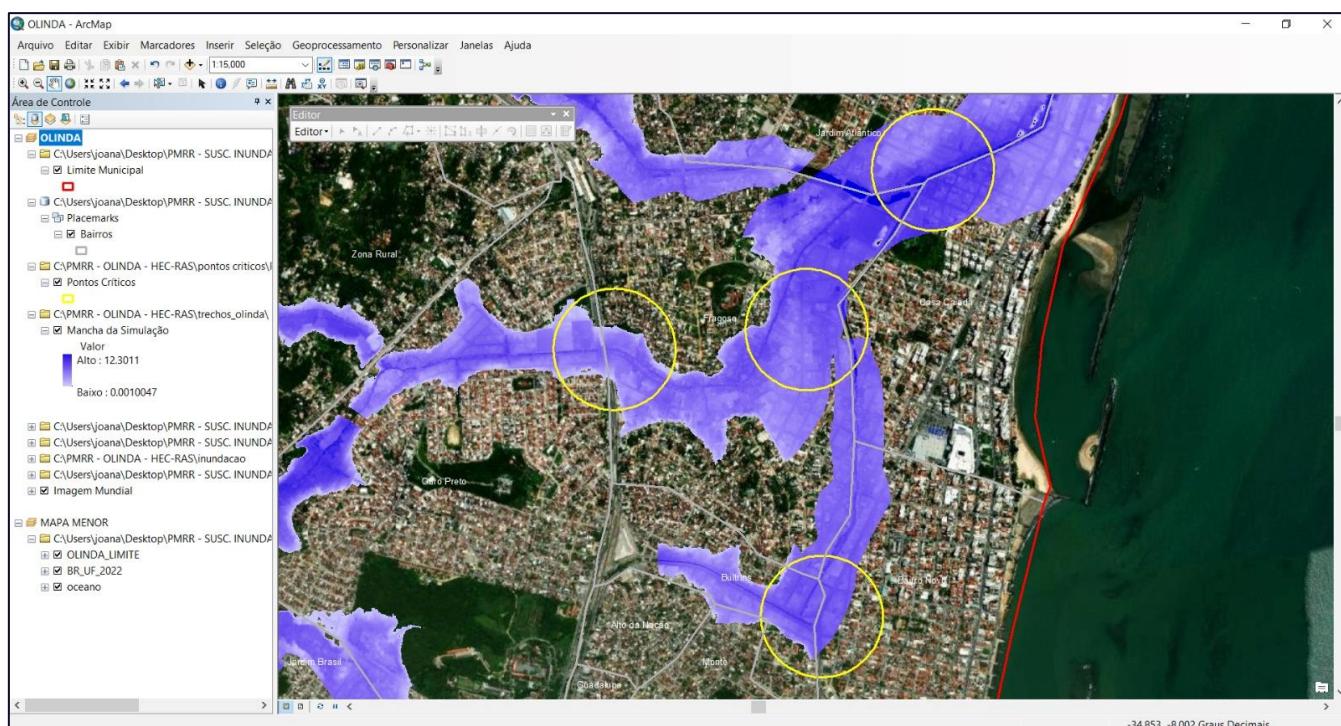
- Mapa de Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) apresentado neste relatório; e
- Fotos ao nível do solo do software Google Street View.

9. Recomendações técnicas do comitê gestor municipal;

10. Recomendações dos residentes e líderes comunitários das áreas mapeadas: por meio de audiências de escuta aberta, foram coletadas as demandas da comunidade e identificadas as áreas de maior risco, cujos resultados são detalhados neste relatório.

No ambiente SIG, os pré-setores de inundação foram criados como polígonos, em termos de sua geometria, utilizando a ferramenta "adicionar feição" (*add feature*) do software QGIS 3.22 e georreferenciados em SIRGAS 2000. Cada setor foi numerado sequencialmente por meio da edição da tabela de atributos, seguida da inclusão de colunas de classes temáticas (por exemplo, geologia, geomorfologia, solo, entre outras) que facilitarão o entendimento prévio dessas categorias para orientar melhor as equipes em campo.

Figura 3.19: Exemplo da utilização da mancha de inundação elaborada pelo modelo HEC-RAS e pontos críticos de ocorrência fornecidos pela Prefeitura de Olinda, que contribuíram para a identificação dos pré-setores.



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Base de Dados: Prefeitura Municipal de Olinda (2024), ESRI (2024).

3.12.2.2 Etapa 2: Trabalhos de campo, setorização e atribuição dos graus de risco

Da mesma forma que nos setores de deslizamento, após a etapa de pré-delimitação, os trabalhos de setorização serão iniciados, utilizando aerolevantamento com drones e preenchimento de fichas de campo (modelo checklist) durante as atividades de campo.

As fichas de cadastro a serem utilizadas durante as atividades de campo (Quadro 3.9) também seguirão a metodologia estabelecida por Brasil (2007), incorporando novas categorias conforme o "Guia para elaboração de Planos Municipais de Redução de Riscos: diretrizes técnicas para inovações metodológicas" (Secretaria Nacional de Periferias/Ministério das Cidades), bem como recomendações da equipe técnica da UFPE responsável pelo PMRR.

Para os setores sujeitos a inundação, as fichas contemplam questões específicas relacionadas a esse evento hidrológico. Isso inclui indicadores naturais de suscetibilidade/caracterização do terreno, descrição da infraestrutura, detalhes sobre o processo hidrológico, caracterização da vulnerabilidade, medidas estruturais, comunicação de risco e classificação do grau de risco (ver Quadro 3.9). Além disso, também será possível identificar processos com atuação secundária nos setores, considerando a perspectiva de multirrisco (riscos interligados).

A análise e os resultados das fichas preenchidas durante as atividades de campo possibilitarão a determinação do grau de risco em quatro categorias: **R1 (baixo risco), R2 (médio risco), R3 (alto risco) e R4 (muito alto risco)**. Os critérios utilizados para definir o grau de risco (Quadro 3.10) também são aqueles propostos por Brasil (2007) com modificações, devido as novas categorias incluídas. Também é importante ressaltar que a organização das fichas após as atividades de campo pode levar a um aumento ou redução no número de pré-setores inicialmente identificados e apresentados neste relatório, devido às mesmas questões relacionadas aos setores de deslizamento.

Quadro 3.9: Ficha de Setor de Risco a ser utilizada durante as atividades de campo para a setorização final e atribuição dos graus de risco a inundação.

Plano Municipal de Redução de Riscos – PMRR (setores de risco a inundação)		
Município:	Bairro:	Data da Avaliação: ____/____/____
Equipe:		
Número do Setor:	Coordenadas Geográficas:	
Endereço/Referência:		
Comunidade(s):		
Bacia hidrográfica:	<input type="checkbox"/> Área a montante <input type="checkbox"/> Área a jusante	
Quadrícula do mapa síntese:		
Caracterização do Terreno e da Infraestrutura		
Abastecimento de Água: <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Inexistente	Esgotamento Sanitário: <input type="checkbox"/> Canalizado até a rede oficial <input type="checkbox"/> Lançado diretamente no canal <input type="checkbox"/> Fossa	
Sistema de Drenagem Superficial:	<input type="checkbox"/> Inexistente	<input type="checkbox"/> Precário <input type="checkbox"/> Satisfatório
Sistema Viário e Acesso:	<input type="checkbox"/> Arterial <input type="checkbox"/> Coletora <input type="checkbox"/> Local <input type="checkbox"/> Becos <input type="checkbox"/> Caminhos	
Tipos de Revestimento:	<input type="checkbox"/> Flexível <input type="checkbox"/> Rígido <input type="checkbox"/> Intertravado <input type="checkbox"/> Paralelepípedo <input type="checkbox"/> Não Pavimentado (solo exposto)	
Condições de acesso:	<input type="checkbox"/> Veicular <input type="checkbox"/> Veicular 4 x 4 <input type="checkbox"/> Veicular 2 rodas <input type="checkbox"/> A pé	
Características do canal:	<input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Retificado <input type="checkbox"/> Retilíneo <input type="checkbox"/> Sinuoso	
Marca de água nas construções (média):	m	Situação do canal: <input type="checkbox"/> Poluído <input type="checkbox"/> Não poluído
Altura do talude marginal (estimada):	m	Nível de impermeabilização: <input type="checkbox"/> Baixo <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Alto
Depósitos de cobertura marginal (tipo, volume):	<input type="checkbox"/> Solo. Tipo de solo: _____ <input type="checkbox"/> Sedimento. Tipo de sedimento: Eluvial <input type="checkbox"/> Coluvial <input type="checkbox"/> Aluvial <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Superfície impermeabilizada Volume de solo/sedimento exposto: <input type="checkbox"/> Baixo <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Alto	
Agentes Potencializadores:		
<input type="checkbox"/> Lançamento de água servida/esgoto <input type="checkbox"/> Lixo/Entulho <input type="checkbox"/> Assoreamento <input type="checkbox"/> Ausência de mata ciliar	<input type="checkbox"/> Área desmatada <input type="checkbox"/> Aterro/Bota Fora <input type="checkbox"/> Tubulação rompida <input type="checkbox"/> Fossas <input type="checkbox"/> Infraestrutura urbana inadequada	<input type="checkbox"/> Vegetação arbórea <input type="checkbox"/> Vegetação herbácea <input type="checkbox"/> Bananeiras <input type="checkbox"/> Outro tipo de cultivo: _____
Descrição do Processo Hidrológico		
<input type="checkbox"/> Inundação <input type="checkbox"/> Alagamento <input type="checkbox"/> Solapamento de margem fluvial <input type="checkbox"/> Erosão marginal <input type="checkbox"/> Erosão costeira <input type="checkbox"/> Enxurrada <input type="checkbox"/> Erosão. Tipo de erosão: <input type="checkbox"/> Ravina <input type="checkbox"/> Voçoroca	Legenda: X (processo primário – inundação) • (processos secundários)	
Caracterização da Vulnerabilidade		
Número de Domicílios/Edificações no setor:		
Densidade da ocupação:	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa	
Distância da moradia em relação ao canal de drenagem:	<input type="checkbox"/> < 2,0 m <input type="checkbox"/> 2,0 – 4,0 m <input type="checkbox"/> 4,0 – 6,0 m <input type="checkbox"/> > 6,0 m	
Tipologia Construtiva:	<input type="checkbox"/> “Plástico/Madeirite/Lata” <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Taipa <input type="checkbox"/> Mista	
Conservação Estrutural:	<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta	

Vulnerabilidade construtiva das edificações:	<input type="checkbox"/> Baixa: danos estruturais não esperados. <input type="checkbox"/> Média: danos esperados relacionados a trincas e colapso parcial nas paredes. <input type="checkbox"/> Alta: danos estruturais esperados com excessivas deformações das estruturas, colapso parcial dos domicílios. <input type="checkbox"/> Muita Alta: danos estruturais esperados com comprometimento integral estrutural e possibilidade de colapso total dos domicílios.
Existência de população com necessidades especiais?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Desconhecido
População ribeirinha	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Moradias construídas dentro do canal	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Palafitas	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Obstrução do canal	<input type="checkbox"/> Pontes precárias/improvisadas <input type="checkbox"/> Construções <input type="checkbox"/> Ruas <input type="checkbox"/> Lixo e entulho <input type="checkbox"/> Outros: _____
Ações estruturais existentes	
<input type="checkbox"/> Diques <input type="checkbox"/> Gabião <input type="checkbox"/> Drenagem de água pluvial <input type="checkbox"/> Bueiros <input type="checkbox"/> Pisos permeáveis <input type="checkbox"/> Parque linear <input type="checkbox"/> Canalizações <input type="checkbox"/> Pontes <input type="checkbox"/> Travessias <input type="checkbox"/> Soluções Baseadas na Natureza <input type="checkbox"/> Áreas verdes <input type="checkbox"/> Outras: _____	
Comunicação de risco existente	
<input type="checkbox"/> Rota de fuga <input type="checkbox"/> Abrigo temporário <input type="checkbox"/> Abrigo permanente <input type="checkbox"/> Placas de aviso <input type="checkbox"/> Sirenes <input type="checkbox"/> Outras: _____	
Eventos	
Ano _____ Magnitude: _____	Fonte: <input type="checkbox"/> Morador <input type="checkbox"/> Defesa Civil <input type="checkbox"/> Outros _____
Ano _____ Magnitude: _____	Fonte: <input type="checkbox"/> Morador <input type="checkbox"/> Defesa Civil <input type="checkbox"/> Outros _____
Ano _____ Magnitude: _____	Fonte: <input type="checkbox"/> Morador <input type="checkbox"/> Defesa Civil <input type="checkbox"/> Outros _____
Ano _____ Magnitude: _____	Fonte: <input type="checkbox"/> Morador <input type="checkbox"/> Defesa Civil <input type="checkbox"/> Outros _____
Ano _____ Magnitude: _____	Fonte: <input type="checkbox"/> Morador <input type="checkbox"/> Defesa Civil <input type="checkbox"/> Outros _____
Classificação do Risco	
Grau de Risco:	<input type="checkbox"/> Muito Alto (R4) <input type="checkbox"/> Alto (R3) <input type="checkbox"/> Médio (R2) <input type="checkbox"/> Baixo (R1)
Há necessidade de ações emergenciais?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Observações e Descrições Adicionais	
_____ _____ _____	
Fotos	
_____ _____ _____	

Fonte: Secretaria Nacional de Periferias/Ministério das Cidades (2024).

Quadro 3.10: Critérios para determinação do grau de risco a inundações. Os critérios foram adaptados em função das prioridades dos mapeamentos do PMRR (assentamentos precários).

Grau de Risco	Descrição
R1 Baixo	1. Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo atingindo moradias de baixo padrão construtivo, situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo; 2. Baixa frequência de ocorrência (sem registros de ocorrências nos últimos cinco anos); e 3. A água não chega ao nível da rua.
R2 Médio	1. Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo atingindo moradias de baixo padrão construtivo, situadas em área com média possibilidade de impacto direto do processo; 2. Média frequência de ocorrência (registro de uma ou duas ocorrências significativas nos últimos cinco anos); e 3. A água atinge o nível da rua, porém não invade a moradia.
R3 Alto	1. Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo atingindo moradias de baixo padrão construtivo, situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo; 2. Alta frequência de ocorrência (registro de três ocorrências significativas nos últimos cinco anos) e envolvendo moradias de alta vulnerabilidade; e 3. A água atinge o nível da rua e entra na moradia até uma altura de 50 centímetros.
R4 Muito alto	1. Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo atingindo moradias de baixo padrão construtivo, situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo; 2. Frequência muito alta de ocorrência (pelo menos quatro ou mais eventos significativos em cinco anos) e envolvendo moradias com alta vulnerabilidade; e 3. A água atinge o nível da rua e entra na moradia com uma altura superior a 50 centímetros.

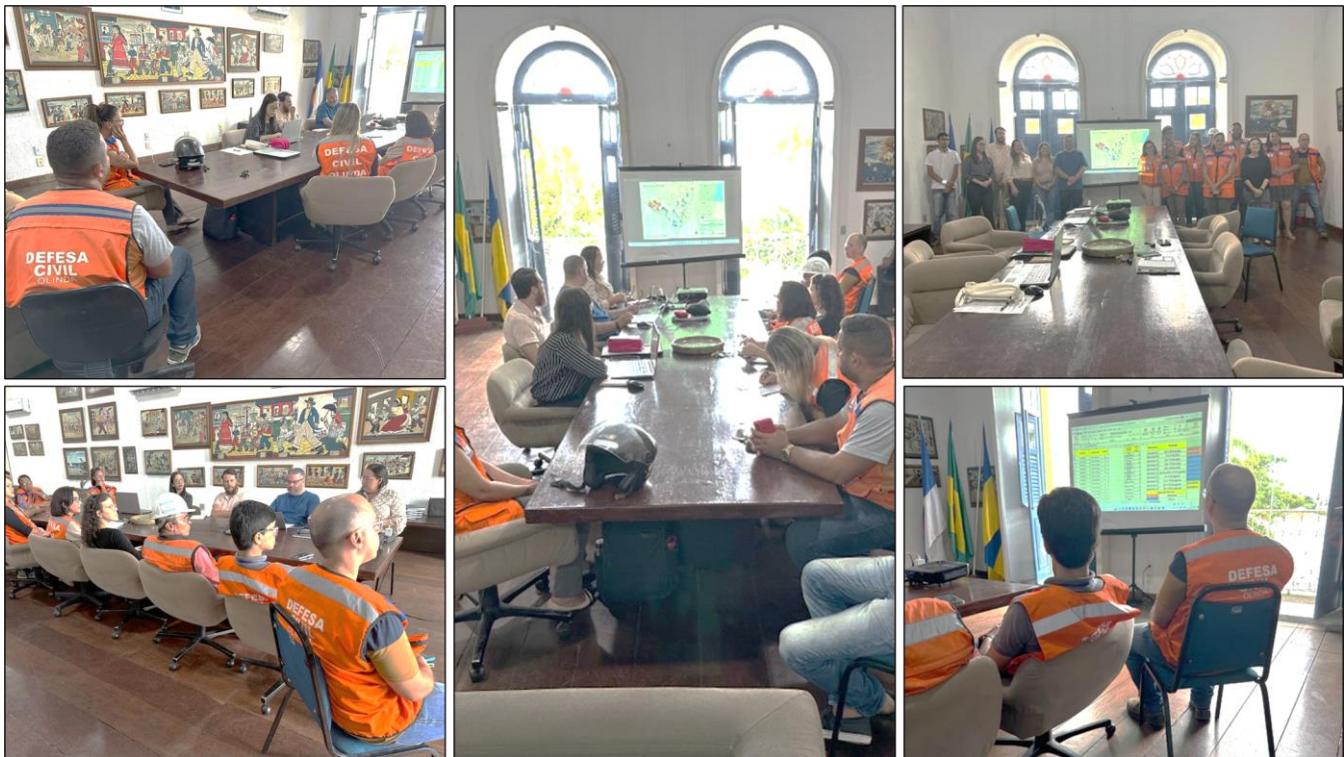
Fonte: Modificado de Brasil (2007) e CPRM (2019).

3.12.3 Definição do apoio logístico para os trabalhos de campo

Para garantir a organização plena e sistemática dos trabalhos de campo, foi realizada uma reunião de logística em 10 de abril de 2024 com o Comitê Gestor Municipal (Figura 3.20). O encontro teve lugar no Gabinete do Prefeito na sede da Prefeitura Municipal de Olinda, localizada na Rua de São Bento, número 123, Varadouro. Representantes da Defesa Civil Municipal, da Secretaria da Saúde e da equipe docente e discente do PMRR estiveram presentes (Figura 3.20 e Anexo 3.2). A participação desses profissionais foi essencial para a definição logística e garantir a eficácia do cronograma, além de contribuir para a organização das atividades de campo.

O objetivo da reunião foi apresentar o mapa de pré-setores do município, os bairros a serem visitados, os processos a serem mapeados e o cronograma das atividades de campo por equipe da UFPE, visando definir o apoio logístico para o acompanhamento dessas equipes por membros da prefeitura. Foi acordado que as equipes da UFPE serão acompanhadas por pelo menos um agente da defesa civil e um Agente Comunitário de Saúde (ACS)/Agente de Combate à Endemia (ACE), por parte da Secretaria da Saúde.

Figura 3.20: Reunião com a Defesa Civil e Secretaria da Saúde de Olinda para definição logística dos trabalhos de campo.



Fotos: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

3.12.4 Produtos do mapa de risco a serem entregues

Após a conclusão dos trabalhos de campo e setorização das áreas de risco de deslizamento e inundações, cada setor será caracterizado minimamente da seguinte maneira:

- a. Fichas contendo detalhes e características dos bairros mapeados e de cada setor de risco identificado (Quadros 3.7, 3.9 e 3.11);
- b. Delimitação espacial do setor de risco em formato de figura georreferenciada, sobre imagem de satélite recente e/ou ortofoto de alta resolução, incluindo o grau de risco, nome dos setores e sistema viário de referência;
- c. Delimitação dos setores de risco em imagem oblíqua de alta resolução;
- d. Fotografias de campo ilustrativas;
- e. Mapa síntese em escala municipal e conjunto de pranchas em escala 1:2.000, mostrando a representação dos setores identificados e delimitados no território municipal; e
- f. Apresentação dos resultados em um quadro síntese (Quadro 3.12).

Quadro 3.11: Exemplo de ficha geral do bairro.

PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS			
Tipo: Ficha Geral	Data:		
Nome:	Localidade:	ID:	
Endereço:	Latitude:	Longitude:	
Foto de localização geral, com delimitação dos setores:			
Síntese dos aspectos físicos:			
Síntese dos aspectos urbanos ambientais:			
Síntese dos aspectos sociais e de vulnerabilidades:			
ID do Setor	Tipo de Processo	Grau de Risco	Nº de Moradias
Recomendações para o plano de contingência e atendimentos de emergência:			
Observações gerais sobre a localidade:			

Fonte: Secretaria Nacional de Periferias/Ministério das Cidades (2024).

Quadro 3.12: Exemplo de Síntese do Resultado do Mapeamento de Risco.

Setor nº	Grau de probabilidade	Nº de edificações	Bairro / Localidade	Processo
Setor 1				
Setor 2				
Setor 3				
Setor 4				
Setor 5				
Setor 6				
Setor 7				
Setor 8				
Setor 9				
Setor 10				

Fonte: Secretaria Nacional de Periferias/Ministério das Cidades (2024).

4. PLANO DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PARA REDUÇÃO DE RISCOS

4.1 Proposta de concepção das intervenções estruturais

Devido ao amplo espectro de setores em situação de risco, as propostas para as intervenções estruturais no âmbito do PMRR serão delineadas por meio de projetos preliminares e esboços em imagens oblíquas e verticais. Estes projetos visam a contenção de encostas, para os setores com risco a deslizamentos, além da implementação de sistemas de macro e micro drenagem, para os setores com risco a inundação.

Sempre que viável, as intervenções estruturais visarão integrar a segurança das encostas e drenagens com questões mais contemporâneas, como a melhoria da paisagem urbana. Isso inclui considerações estéticas, como a beleza cênica, e a promoção da qualidade de vida, por meio da implementação de áreas de lazer como quadras poliesportivas, praças, pistas de skate, teleféricos, entre outros. Além disso, será buscado o conforto térmico e ambiental, bem como a adoção de Soluções Baseadas na Natureza (SBN), afastando-se do escopo das obras geotécnicas tradicionais. Essa decisão é tomada devido ao fato de que as obras tradicionais de estabilidade, como os muros de arrimo em suas várias formas, proporcionam estabilidade às encostas, porém, ao mesmo tempo, podem contribuir para a formação de ilhas de calor, entre outros problemas também de cunho social, considerando uma abordagem multirrisco.

Nesse contexto, para garantir o sucesso dessa recomendação, é essencial levar em consideração diversos critérios, tais como: dimensões das bacias hidrográficas, características da rede de drenagem e dos tipos de canais, topografia e padrão de relevo (ex. anfiteatros, cabeceiras de drenagem, curvatura e inclinação das encostas), presença de pontos de inflexão no relevo (*knickpoints*), densidade populacional, tipologia das habitações, número de moradias (unidades habitacionais) e estimativa de famílias por setor de risco, hidrologia das encostas, presença ou ausência de infraestrutura de saneamento básico, cenário atual da área, entre outros aspectos relevantes. Destaca-se que também serão promovidas oficinas com os moradores e líderes comunitários, por meio de grupos focais, para receber suas sugestões sobre possíveis soluções estruturais. As sugestões poderão ser consideradas pela equipe de engenharia civil e arquitetura do PMRR.

Em várias partes do mundo, estão em andamento diversas iniciativas e ações que destacam a aplicação das Soluções baseadas na Natureza (SBN) como um caminho comum para enfrentar desafios relacionados à redução de riscos e desastres, adaptação às mudanças climáticas e promoção da resiliência e sustentabilidade. Dentro desse contexto, a Agenda 2030, com seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), inclui o ODS 11, que visa tornar os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Além disso, reconhece-se a importância da biodiversidade e da integridade dos ecossistemas como elementos fundamentais para alcançar a sustentabilidade. Essa

abordagem também é respaldada pelo Marco de Sendai, que enfatiza o papel das estratégias baseadas em ecossistemas na redução do risco de desastres. As discussões em torno do novo Marco Pós-2020 da Biodiversidade Global também convergem nessa direção (Renaud, Sudmeier-Rieux, Estrella, 2013; Carbone, Campos, Sulaiman, 2021).

Portanto, o conceito de Soluções Baseadas na Natureza (SbN), criado pela União Europeia, abarca uma gama diversificada de abordagens que replicam os processos naturais por meio de soluções de engenharia. Isso engloba não apenas Infraestruturas Verdes (IEV), mas também, Técnicas Compensatórias (TC), Desenvolvimento de Baixo Impacto (*Low Impact Development – LID*), Melhores Práticas de Manejo (*Best Practice Management – BMP*) e outras estratégias, que representam uma definição ampla de bioengenharia ao incorporar inúmeras técnicas relacionadas aos ecossistemas. O objetivo principal é oferecer respostas aos desafios socioambientais emergentes. As SbN podem ser implementadas individualmente ou em conjunto com soluções de engenharia convencionais, visando criar ambientes urbanos mais sustentáveis, resilientes e saudáveis. Dentro desse contexto, elas têm o potencial de mitigar os impactos das mudanças climáticas, promover a biodiversidade e melhorar a qualidade ambiental, ao mesmo tempo em que contribuem para atividades econômicas e o bem-estar da população (UNEP, 2022; Diep *et al.*, 2022; Suzuki *et al.*, 2022).

Em síntese, o PMRR incluirá propostas de obras de contenção que levem em conta aspectos de qualidade de vida; conforto térmico e ambiental; Soluções Baseadas na Natureza (ex. pavimentação permeável, telhados verdes, jardins de chuva, hortas urbanas, recuperação de ecossistemas naturais, barreiras vivas, sistemas agroflorestais com plantio de vegetação adequada para estabilizar encostas e prevenir deslizamentos, entre outros); sistemas de drenagem e contenção de água para reduzir inundações (ex. construção de canais, reservatórios, entre outros); construção de sistemas de esgoto e drenagem pluvial adequados; construção de abrigos e refúgios com a criação de espaços seguros e permanentes para abrigar pessoas em situações de emergência, evitando-se o uso de espaços escolares e religiosos para este fim; entre outros.

Ressalta-se que a remoção de moradias será considerada como a última opção a ser recomendada. Se a remoção se mostrar necessária, será recomendada a transferência da população para conjuntos habitacionais que ofereçam qualidade de vida, mantendo um baixo distanciamento geográfico das áreas de origem dos moradores, devido à sua forte ligação e identificação com o local de origem.

4.2 Proposta de estimativa de custos das intervenções

As intervenções estruturais serão custeadas com base em sua área e metragem, conforme delineado nas representações em imagens oblíquas e verticais calculadas em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), utilizando tabelas de referência nacional, como as tabelas SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Isso possibilitará que a gestão municipal considere e acolha as sugestões fornecidas e as apresentem, por exemplo, em chamadas do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

Desenvolvida pelo Governo Federal, por meio da Caixa Econômica Federal e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a SINAPI fornece informações sobre preços de materiais de construção, mão de obra e custos unitários de serviços relacionados à construção civil em diversas regiões do país. Assim, a tabela SINAPI é atualizada regularmente e oferece uma base sólida para a gestão de projetos e obras no Brasil. Quanto às propostas de intervenções ou ações relacionadas a Soluções Baseadas na Natureza, no que se refere às estimativas de custos, estas serão integradas preferencialmente às intervenções de engenharia, com prioridade para aquelas que apresentarem menor custo ou maior viabilidade econômica.

4.3 Proposta para a hierarquização das intervenções (priorização das obras)

A seleção das intervenções estruturais será concentrada nos setores de risco identificados como de alto grau - R3 e muito alto grau - R4 de risco, tanto para deslizamentos quanto para inundações. Essa decisão é justificada pelo fato de que essas áreas representam os locais mais perigosos e requerem priorização imediata para intervenções estruturais, devido ao risco significativo de danos materiais e perdas de vidas, associados a critérios técnicos e econômicos que levem em conta a urgência das intervenções e a relação custo-benefício.

Nesse contexto, a priorização será determinada por critérios estabelecidos em uma matriz de precedência, considerando: grau de risco alto ou muito alto; índice de vulnerabilidade da área; densidade populacional; potencial de impacto e urgência da intervenção. Também serão realizadas consultas comunitárias (por meio de grupos focais) para engajar os moradores locais e líderes comunitários, a fim de compreender suas preocupações e prioridades sobre as áreas com riscos iminentes.

4.4 Relatório das ações estruturais

No relatório de ações estruturais, cada setor de risco será minimamente composto por:

- a) Definição espacial do setor de risco em questão por meio de uma figura em imagem de satélite de alta resolução;
- b) Delimitação do setor de risco em imagem oblíqua de alta resolução;
- c) Ficha com a elaboração de intervenções estruturais e estimativa de custos aos setores de alto e muito alto risco, com soluções baseadas na natureza sempre que possível com ênfase em intervenções de menor custo (Tabela 4.1);
- d) Fotos de campo ilustrativas, com legendas contendo o endereço e a data de obtenção;
- e) Croquis esquemáticos representando as intervenções sobre as fotos oblíquas utilizadas na delimitação de risco, bem como, em formato KMZ/KML;
- f) Planilha de custos elaborada com base em tabelas de referência, como o SINAPI;
- g) Alocação de investimentos em conformidade com o “Manual de instruções para apresentação de propostas – contenção de encostas – Ação 8865 – Programa 2218 do Ministério das Cidades”;
- h) Priorização das obras estruturais;
- i) Tabela síntese com as informações consolidadas (Tabela 4.2); e
- j) Exibição dos resultados nos formatos shapefile (.shp) e Keyhole Markup Language (.kml).

Tabela 4.1: Exemplo de Modelo de Proposta de Intervenções Estruturais para cada Setor de Risco. O modelo será vinculado ao polígono do setor de risco (em KML e SHP) como tabela de atributos.

Instrumento	Plano Municipal de Redução de Riscos
Data de Conclusão	
Município	
Setor (ID)	
Bairro / Localidade	
Endereço de Referência	
Coordenada Geográfica (latitude / longitude)	
Grau de Risco	
Número de Domicílio em Risco	
Processo (s) Geólogo (s) e/ou Hidrológico (s)	
Intervenção Proposta	
Número de remoções estimadas para a execução da intervenção	
Impacto visual	
Impacto sobre o microclima local da obra	
Impacto urbanístico sobre a circulação e acessibilidade aos espaços públicos	
Prioridade da intervenção a partir da hierarquização do PMRR	

Fonte: Secretaria Nacional de Periferias/Ministério das Cidades (2024).

Tabela 4.2: Exemplo de tabela síntese com as recomendações de intervenções estruturais.

Setor (ID)	Bairro - Localidade	Grau de Risco	Tipo de processo	Nº Estimado de Domicílios	Número de remoções indicadas	Nº de famílias removidas para a execução das intervenções	Custo Total das Intervenções (R\$)	Hierarquização da Intervenção
1								

Fonte: Secretaria Nacional de Periferias/Ministério das Cidades (2024).

5. PROPOSTA DE AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS

5.1 Estratégia de identificação de lideranças locais, organizações comunitárias e representantes reconhecidos pela comunidade

A participação social estará presente em todas as etapas do PMRR, desde a escuta aberta da população até o acompanhamento nos trabalhos de campo, passando pelas oficinas de cartografia social (oficinas comunitárias) e audiências públicas para apresentação dos produtos desenvolvidos. Isso se deve ao fato de que a gestão de riscos de desastres deve incluir diretamente a população afetada, isto é, deve ser participativa.

Nesse sentido, as estratégias para identificar as lideranças locais, organizações comunitárias e representantes reconhecidos pela comunidade começaram com a utilização dos contatos prévios disponibilizados pela Defesa Civil municipal de Olinda, com base em bancos de dados preliminares. Posteriormente, esses contatos foram ampliados com a criação do perfil oficial do PMRR no Instagram (@pmm_pe) e a implementação de um canal de transmissão pelo WhatsApp, como ilustrado na Figura 5.1. O uso de redes sociais representa ferramentas democráticas de amplo alcance que nos permitiram expandir o contato com as lideranças comunitárias e facilitar a comunicação entre a equipe técnica e os moradores.

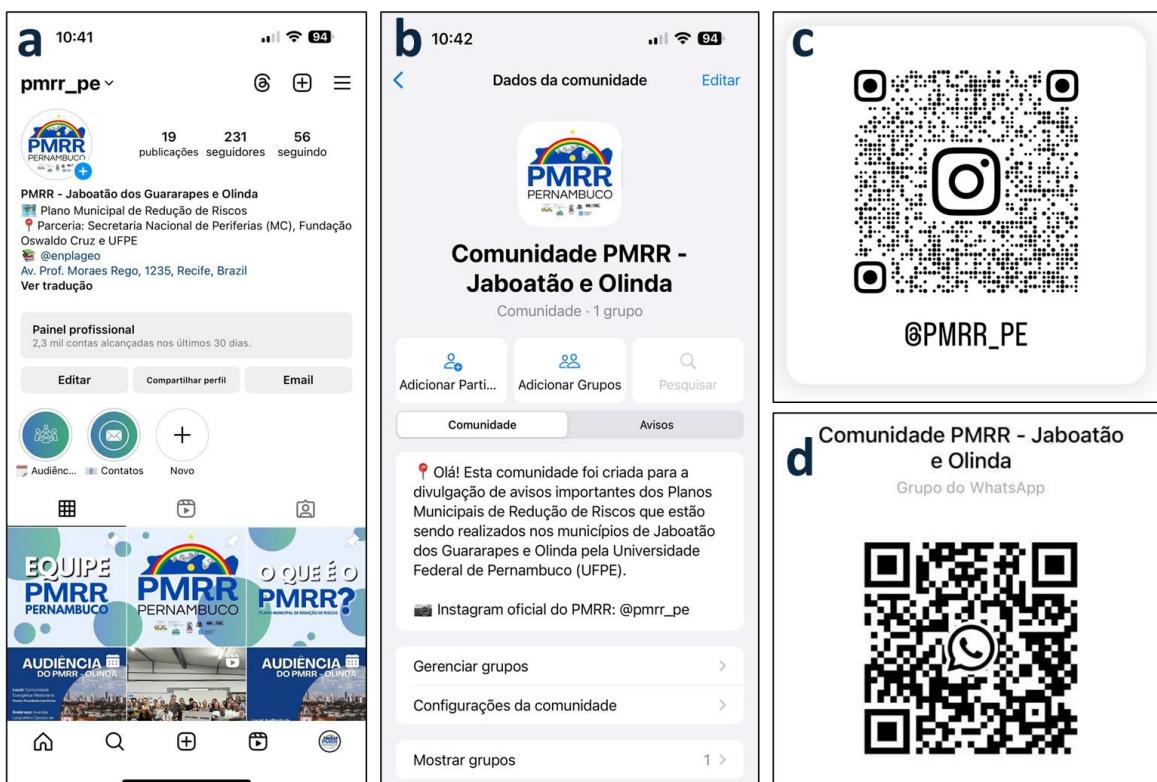
Ainda como parte das estratégias para identificar as lideranças locais e preparativos anteriores ao início dos trabalhos de campo para o mapeamento das áreas de risco, a equipe técnica realizou duas audiências públicas para explicar o PMRR à população e promover uma escuta ativa dos moradores. As audiências ocorreram em duas datas: em 14 de março de 2024, às 14h, no auditório da Prefeitura Municipal de Olinda, e em 1º de abril de 2024, às 15h, na Comunidade Evangélica Missionária - liderada pelo Pastor Presidente Ivan Peréz, situada na Avenida Leopoldino Canuto de Melo, 896, Caixa D'água.

Para organizar essas audiências, a população foi convocada previamente por meio de cartazes digitais divulgados nas redes sociais do projeto (Instagram e WhatsApp), bem como por meio de campanhas de divulgação realizadas pela Defesa Civil Municipal, com dias de antecedência para preparação (conforme ilustrado na Figura 5.2). Cada audiência foi conduzida e mediada por um docente da equipe, com o apoio técnico de todos os estudantes envolvidos no projeto (Tabela 5.1). As equipes das Defesas Civis também marcaram presença nas audiências.

As audiências foram planejadas para envolver o maior número possível de residentes e líderes locais. Para a realização das audiências, contamos, portanto, com o apoio da Prefeitura Municipal, que gentilmente cedeu seu auditório, e da Comunidade Evangélica Missionária, que também nos ofereceu seu espaço (Tabela 5.1).

Todas as sessões de audiência foram identificadas com um banner contendo a logomarca criada para o PMRR em Pernambuco, com o objetivo de estabelecer uma identidade visual unificada (conforme mostrado na Figura 5.3). O logotipo do PMRR destaca o estado de Pernambuco, incorporando uma parte do mapa do estado em sua porção superior. Nessa área, são representadas comunidades em terrenos íngremes, utilizando as fronteiras sinuosas ao norte do estado. Isso reflete parte do foco dos mapeamentos: as ocupações em áreas de encosta. Na parte frontal, integra-se a bandeira do estado, simbolizando a diversidade, a pluralidade e a luta sob a perspectiva étnica e ideológica da população pernambucana (Figura 5.3). Adicionalmente, todos os membros estavam usando coletes e crachás do projeto, enfatizando a identidade visual da equipe (Figura 5.3).

Figura 5.1: Métodos para identificação de lideranças locais e comunicação por meio de plataformas de mídia social integradas ao PMRR: "a" (perfil oficial no Instagram), "b" (grupo do WhatsApp da comunidade), "c" e "d" Códigos QR correspondentes a cada uma dessas plataformas.



Fonte: “a” e “c” (Instagram), “b” e “d” (WhatsApp) - 2024.

Tabela 5.1: Distribuição das duas audiências de explicação do PMRR e escuta ativa da população ocorridas em 14 de março de 2024 e 01 de abril de 2024, em dois pontos estratégicos da cidade, com o objetivo de envolver o maior número possível de residentes e líderes comunitários.

Audiência de 14/03/2024 Mediator: Fabrizio de Luiz Rosito Listo	Audiência de 01/04/2024 Mediator: Danielle Gomes da Silva Listo
Equipe discente: Ivanna Nunes Monterazo Silva, Manoel José Correia Neto e Edla Dourado de Souza Oliveira.	Equipe discente: Caio Maurício Eurico de Oliveira, Miguel Jorge do Nascimento e Raul Gomes da Silva.
Local: Prefeitura Municipal de Olinda.	Local: Comunidade Evangélica Missionária - Pastor Presidente Ivan Peréz.

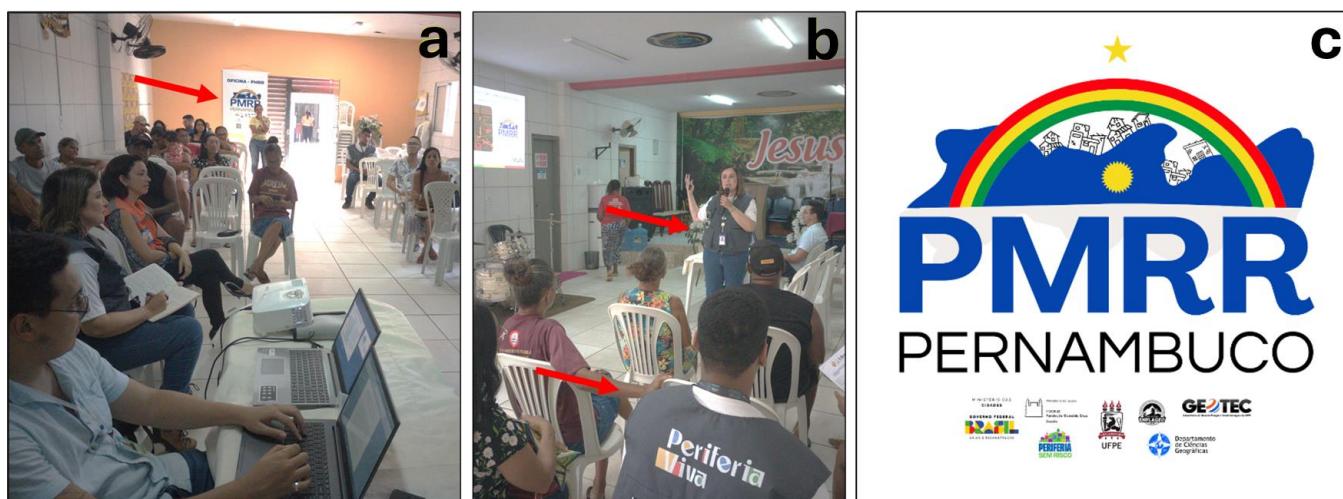
Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

Figura 5.2: Cartazes digitais utilizados para convocação das sessões de audiência.



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Foto do cartaz: Schutterstock (acesso em 19/04/24).

Figura 5.3: “a” Banner utilizado em todas as sessões de audiência (seta), “b” exemplo da equipe identificada com crachá e colete do projeto, com o objetivo de uniformizar a identidade visual da equipe no PMRR, “c” logomarca do PMRR em Pernambuco.



Fotos: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

A metodologia adotada para essas audiências foi dividida em dois momentos distintos: no primeiro momento, com duração aproximada de 20 minutos, cada docente apresentou à população os objetivos, alcances, atividades, equipe técnica e cronograma do PMRR por meio de uma apresentação em PowerPoint (Figura 5.4). No segundo momento, a população teve a oportunidade de se inscrever e expressar suas opiniões, indicando os principais riscos em suas comunidades e as áreas prioritárias para o mapeamento (Figura 5.5).

Para isso, foram elaboradas quatro perguntas norteadoras:

1. *Quais são os bairros mais afetados por deslizamentos de terra em Olinda?*
2. *Quais são os bairros mais afetados por inundações em Olinda?*
3. *Quais bairros você considera prioritários para serem mapeados? Por quê?*
4. *Você tem alguma dúvida ou comentário sobre as atividades que serão realizadas durante o PMRR?*

Essas perguntas foram adaptadas para uma linguagem mais acessível, visando uma compreensão universal. Além disso, os moradores tiveram a oportunidade de expressar suas opiniões além do que estava sendo proposto. Cada morador teve um tempo controlado de 10 minutos para falar, garantindo a participação do maior número possível de pessoas. Todas as contribuições foram devidamente registradas e serão consideradas pela equipe técnica como áreas prioritárias de mapeamento. É importante destacar que os detalhes fornecidos pelos moradores foram cruciais na pré-setorização das áreas de risco, demonstrando a importância da participação ativa da comunidade e representando uma abordagem inovadora no processo preliminar de setorização de áreas de risco.

Em resumo, a realização das duas audiências desempenhou um papel fundamental na identificação de novas lideranças comunitárias. Além disso, essas audiências também foram cruciais para promover a divulgação dos canais oficiais do projeto (Instagram e WhatsApp). Dessa forma, os moradores foram sensibilizados, tiveram a oportunidade de compreender as atividades do PMRR e conhecer a equipe. Eles foram encorajados a compartilhar os principais problemas e áreas prioritárias de mapeamento, além de serem convidados a participar dos trabalhos de campo e das etapas participativas subsequentes, incluindo as audiências finais.

Figura 5.4: Audiências públicas de apresentação do PMRR aos moradores e líderes comunitários, respectivamente no dia 14/03/2024 (a) e 01/04/2024 (b).



Fotos: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

Figura 5.5: Exemplos de residentes e líderes comunitários durante o segundo momento das audiências de escuta aberta, onde foram relatados os principais riscos e áreas prioritárias para o mapeamento, considerados na pré-setorização das áreas de risco, respectivamente nos dias 14/03/2024 (a) e 01/04/2024 (b).



Fotos: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

5.2 Planejamento das oficinas comunitárias nas áreas de mapeamento de risco

As oficinas comunitárias nas áreas de mapeamento de risco serão realizadas por amostragem, concentrando-se nas áreas identificadas com alto (R3) e muito alto (R4) grau de risco, em grupos focais. Os grupos focais reunirão moradores e líderes comunitários para discutir e compartilhar suas opiniões, experiências e percepções sobre as questões da comunidade. As discussões serão facilitadas por um mediador (membro da equipe docente), que orientará o diálogo em torno de questões previamente definidas.

Nas oficinas conduzidas em grupos focais, será adotada a técnica de cartografia social. A cartografia social envolve o processo de mapeamento participativo de informações e experiências sociais, culturais, econômicas e ambientais da comunidade. Ao contrário da cartografia convencional, que se concentra principalmente em dados geoespaciais físicos, a cartografia social baseia-se nas percepções, conhecimentos e relações sociais dos membros da comunidade (Baron e Colombia, 2005; Acselrad, 2013). Dessa forma, esta abordagem terá como objetivos:

- i. Sensibilizar os moradores sobre a percepção social do risco, estabelecendo laços de confiança e fornecendo os esclarecimentos necessários para a participação efetiva da comunidade;*
- ii. Permitir o reconhecimento de moradias, questões ambientais e problemas construtivos;*
- iii. Destacar os aspectos positivos já existentes na comunidade;*
- iv. Identificar os desejos e necessidades da comunidade; e*
- v. Estabelecer compromissos comunitários no âmbito da gestão compartilhada de riscos e desastres.*

Os problemas ambientais a serem reconhecidos abrangerão questões como resíduos (disposição, coleta, lixões, etc.), condição de córregos e corpos d'água, inundações (causas e consequências, áreas sujeitas a inundação, condições de tráfego em vias afetadas, transbordamento de córregos, eventos históricos), situação de encostas (cortes, aterros), riscos de deslizamento (causas e consequências, histórico, acidentes, memórias, eventos históricos), disponibilidade de áreas verdes para lazer, problemas relacionados a zoonoses (animais e insetos), poluição, risco elétrico, entre outros. Por outro lado, os problemas construtivos estarão relacionados à infraestrutura, serviços e equipamentos urbanos, incluindo a condição das moradias, acesso aos serviços básicos (água, energia elétrica, gás), sistemas de esgoto doméstico e pluvial (rede de esgoto, fossas sépticas, valas), transporte público e mobilidade, condições das calçadas e pavimentação, equipamentos comunitários (saúde, educação e outros espaços culturais e comunitários), entre outros.

As oficinas serão realizadas após os mapeamentos das áreas de risco conduzidos pela equipe técnica, isto é, estão previstas para ocorrer entre agosto e outubro de 2024. Essas oficinas acontecerão em espaços públicos apropriados e situados dentro das próprias comunidades, garantindo fácil acesso aos moradores. Esses locais incluem escolas, igrejas, postos comunitários, associações de moradores, bases das Defesas Civis, organizações não governamentais, entre outros. A convocação dos moradores será feita antecipadamente utilizando as estratégias descritas no item anterior.

Será adotada a metodologia proposta por Baron e Colombia (2005), na qual apenas moradores adultos e residentes da área serão convocados para participar das oficinas e integrar o grupo de discussão. Os espaços serão previamente preparados, incluindo a impressão e disponibilização de uma

imagem de satélite que abrange os setores da área em tamanho A0. Além disso, serão disponibilizados adesivos de diferentes cores, cada um correspondendo a uma legenda pré-estabelecida para abordar as questões construtivas e ambientais supracitadas, além de aspectos positivos e desejos da comunidade (conforme exemplificado na Tabela 5.2).

Assim, dentro de cada oficina, será disponibilizado um mapa detalhado da comunidade em imagem de satélite, juntamente com outro mapa do contexto territorial periurbano. Inicialmente, o foco será no mapa da comunidade, enquanto o mapa do contexto servirá como referência, podendo ser utilizado para marcações, caso a escala territorial do tema emergente o exija. Após as instruções iniciais de cada oficina e as apresentações da equipe, cada morador terá a oportunidade de identificar sua residência na imagem de satélite, utilizando a legenda e os adesivos disponíveis. A partir disso, poderão iniciar suas contribuições apontando no mapa os problemas, aspectos positivos e desejos da comunidade, bem como suas respectivas localizações.

Cada oficina será provida dos seguintes papéis, garantindo uma organização eficiente:

- ✓ **Moderador:** coordena a oficina, definindo a sequência das atividades, os horários e seus objetivos. Assegura que todas as tarefas sejam executadas adequadamente;
- ✓ **Facilitadores:** auxiliam os moradores a indicar os pontos no mapa utilizando os adesivos das cores correspondentes. Propõem adesivos de várias cores para representar cada tema emergente. Preparam os papéis (por exemplo, post-its) para fixar no mapa com o ícone correspondente. Certificam-se de que todos participem, com especial atenção à inclusão de diversas vozes;
- ✓ **Observadores:** registram os adesivos aplicados no mapa e fazem anotações dos relatos das oficinas, mantendo um registro abrangente da atividade. Tomam notas em um caderno sobre os adesivos que estão sendo colocados nos mapas, descrevendo o conteúdo de cada adesivo e incluindo informações adicionais que surgiram sobre eles. Capturam fotografias do mapa resultante e de todos os momentos da oficina. Além disso, identificam e registram expressões particulares, opiniões, significados, olhares, tons de voz, reações a determinados temas, principais debates, temas emergentes, se algo parece "forçado", questões a serem melhoradas na metodologia da oficina, etc;
- ✓ **Relatores:** realizam as anotações sobre o desempenho global da atividade, de forma detalhada, abarcando aspectos que vão além dos mapeamentos, e elaboram o relatório final por escrito da atividade, a ser entregue, comunicado ou apresentado posteriormente. Nesse contexto, com o auxílio dos observadores, têm a responsabilidade de facilitar a discussão e o resumo geral da atividade.

As legendas, embora contenham questões prévias, não serão definitivas, ou seja, permitirão a inclusão de temas levantados pelos moradores. Ao final, essas informações serão organizadas e digitalizadas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) pela equipe técnica. Isso possibilitará que o PMRR represente de forma cartográfica a perspectiva da população afetada e sua percepção de risco, o que representa um avanço significativo, uma vez que é crucial para a eficácia da gestão pública incorporar a visão da comunidade na redução do risco de desastres.

Durante a atividade, também serão aprimorados aspectos relacionados à alfabetização cartográfica, como interpretação de imagens em perspectivas oblíqua e vertical, compreensão de representações tridimensionais e bidimensionais, entendimento do alfabeto cartográfico (ponto, linha e área), percepção social, elaboração e interpretação de legendas, compreensão de proporção, escala, lateralidade, referências e orientação (Paganelli, 1985; Chambers, 2006). Isso visa capacitar os moradores com habilidades que lhes permitirão continuar utilizando essa metodologia mesmo na ausência de equipes técnicas. É crucial destacar que a equipe de mapeamento atuará como mediadora, promovendo o protagonismo dos moradores sem influenciar seus relatos, evitando assim qualquer forma de pseudoparticipação.

Tabela 5.2: Modelo de legenda a ser sugerido e empregado durante as oficinas, abrangendo problemas e aspectos positivos, com espaço para inclusão de novos elementos.

PROBLEMAS AMBIENTAIS E CONSTRUTIVOS	
Símbolo	Descrição
●	Ausência de redes de esgoto
●	Ruas não pavimentadas
●	Moradias de madeira
●	Concentração de lixo
●	Contaminação química
●	Falta de água apta para o consumo
○	Vazamento de água residual
●	Poluição
●	Risco elétrico
●	Solo exposto
●	Transmissão de Dengue e COVID-19
○	Canaletas obstruídas
ASPECTOS POSITIVOS EXISTENTES	
▲	Campo de futebol
▲	Quadra poliesportiva
▲	Refeitórios populares
▲	Escola
▲	Igreja
▲	Sinalização de risco
▲	Praça
▲	Pontos de abrigo

Fonte: Listo (2023).

5.3 Planejamento da elaboração de materiais de comunicação de risco

Os materiais destinados à comunicação de risco do projeto serão centrados em ações preventivas e compreenderão principalmente:

- a. Produção de cartilhas ilustradas sobre riscos, adaptadas às comunidades e incorporando estratégias de educação ambiental;
- b. Utilização regular das redes sociais do projeto para divulgação de informações (Instagram e WhatsApp);
- c. Desenvolvimento de propostas didáticas que incorporem a temática da prevenção de riscos ao currículo escolar no contexto da ERRD (Educação para Redução de Riscos e Desastres), considerando que crianças e adolescentes são grupos de alta vulnerabilidade e podem também disseminar conhecimento para suas famílias, muitas vezes sendo a primeira geração familiar a ter acesso à educação formal;
- d. Indicação de planos de rotas de fuga e de simulados regulares, promovendo a interação entre as comunidades e as Defesas Civis; e
- e. Manutenção das técnicas de oficinas comunitárias, cartografia social e audiências de escuta livre entre as Defesas Civis e as comunidades com maior periodicidade. Isso visa aumentar a interação entre as esferas de gestão e as comunidades, possibilitando a resolução de conflitos e a firmação de compromissos. Além disso, essas práticas ajudam a evitar falhas nos processos de comunicação, especialmente com a população afetada, que é o foco dos mapeamentos de risco.

Será proposto que a comunicação de riscos siga o modelo delineado por Victor (2019), o qual preconiza a abordagem de riscos em diversas fases, momentos e cenários, e envolva diferentes interlocutores. Isso pode incluir a interação entre a comunidade e a Defesa Civil, assim como entre a Defesa Civil e outras secretarias ou coordenadorias, por meio de um modelo de comunicação de risco que conecte a estrutura da Defesa Civil dentro da instituição (intrainstitucionalmente); a participação de todas as instituições relacionadas direta ou indiretamente aos programas e ações de Redução de Riscos de Desastres (RRD) de forma horizontal (interinstitucional); bem como a comunicação midiática e a comunicação comunitária. Esta última envolve uma interação mais próxima, presente, intensa e contínua das Defesas Civis com as comunidades expostas aos riscos (Victor, 2019).

As cartilhas de risco serão materiais educativos que fornecerão informações sobre os diferentes tipos de riscos presentes no município, bem como orientações sobre como se preparar e agir diante dessas situações. Serão ferramentas importantes para conscientizar a população sobre os perigos existentes na comunidade e para promover a adoção de medidas preventivas.

A estrutura planejada para as cartilhas de risco conterá:

- ✓ Capa e título com imagem ilustrativa relacionada aos riscos abordados no município;
- ✓ Introdução com breve apresentação sobre a importância da cartilha e os objetivos do material;
- ✓ Sumário com a lista dos tópicos abordados na cartilha, com respectivas páginas;
- ✓ Apresentação dos riscos com a descrição dos principais tipos de riscos mapeados em Olinda;
- ✓ Explicação sobre as causas e os efeitos de cada tipo de risco;
- ✓ Medidas preventivas com orientações claras e práticas sobre como se preparar e prevenir acidentes relacionados a cada tipo de risco;
- ✓ Instruções sobre a importância de ter um plano de emergência familiar;
- ✓ Instruções de como agir em situações de risco com passo a passo de como agir em casos de emergência, incluindo informações sobre evacuação, primeiros socorros e contatos de emergência;
- ✓ Recursos e contatos úteis com lista de recursos disponíveis na comunidade, como abrigos temporários, postos de saúde e serviços de resgate;
- ✓ Números de telefone de emergência, incluindo bombeiros, defesa civil e polícia;
- ✓ Teste de conhecimentos com pequeno questionário para avaliar o entendimento dos leitores sobre os riscos e as medidas preventivas apresentadas na cartilha;
- ✓ Conclusão com mensagem final incentivando a adoção de práticas seguras e a participação ativa na prevenção de riscos;
- ✓ Anexos com mapas das áreas de risco de Olinda produzidos no PMRR, materiais infográficos e ilustrações explicativas; e
- ✓ Referências com a lista das fontes utilizadas na elaboração da cartilha.

No processo de criação da cartilha de risco, será utilizada uma linguagem acessível e didática, com o objetivo de garantir que as informações sejam compreendidas por todos os públicos-alvo, independentemente do nível de escolaridade. Além disso, o uso de ilustrações e exemplos práticos poderá facilitar a assimilação dos conteúdos e tornar a cartilha mais atrativa e eficaz. As adaptações linguísticas seguirão a perspectiva da etnogeomorfologia, uma abordagem da Geomorfologia que procura reconhecer as percepções ambientais de natureza geomorfológica que surgem dos conhecimentos tradicionais das comunidades locais e utiliza termos relacionados a processos morfodinâmicos sem a perspectiva técnica, mas com a nomenclatura utilizada pelas próprias comunidades (Antunes e Ribeiro, 2018).

As técnicas de Educação em Redução de Riscos e Desastres (ERRD) têm um papel crucial na capacitação de estudantes inseridos nas comunidades para lidar com emergências e na promoção de uma cultura de prevenção e resiliência. Assim, as propostas de ERDD no âmbito do PMRR incluirão:

- ✓ Integração curricular: inclusão de conteúdos relacionados a riscos e desastres em disciplinas como Ciências, Geografia, História, Biologia, entre outras, além de temas transversais como a educação ambiental, por meio do estudo das causas e efeitos de diferentes tipos de desastres, a análise de casos históricos e a discussão sobre medidas de prevenção e resposta;
- ✓ Atividades práticas: realização de simulações de evacuação, exercícios de preparação para desastres e treinamentos de primeiros socorros. Essas atividades ajudam os alunos a desenvolver habilidades práticas e a entender como agir em emergências;
- ✓ Projeto escolar: promoção de projetos de pesquisa e ação que abordem questões relacionadas a riscos e desastres, incluindo a realização de campanhas de conscientização, a identificação de áreas de risco na comunidade escolar e a elaboração de planos de contingência;
- ✓ Parcerias comunitárias: estabelecimento de parcerias com órgãos de defesa civil, instituições de pesquisa e organizações não governamentais para oferecer palestras, workshops e outras atividades educativas com recursos adicionais e experiências práticas aos estudantes;
- ✓ Recursos didáticos: utilização de materiais educativos, como vídeos, cartilhas, jogos e aplicativos, para tornar o aprendizado sobre riscos e desastres mais interessante e acessível. Esses recursos poderão ser usados em sala de aula ou como parte de atividades extracurriculares;
- ✓ Inclusão de toda a comunidade: envolvimento dos pais e responsáveis na educação de riscos e desastres, compartilhando informações sobre medidas de segurança em casa e incentivando a participação em atividades de preparação comunitária;
- ✓ Promoção da resiliência: desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como resolução de problemas, trabalho em equipe e empatia, que são fundamentais para lidar com situações de crise e superar adversidades; e
- ✓ Criação de planos de emergência: elaboração de planos de emergência específicos para a escola, com procedimentos claros e responsabilidades definidas em caso de desastres. Esses planos devem ser revisados regularmente e praticados por toda a comunidade escolar.

As propostas para planos de evacuação (planos de rotas de fuga) e simulações regulares de situações de risco e desastres incluirão:

- ✓ Plano de evacuação escolar: rotas seguras de evacuação, pontos de encontro e procedimentos a serem seguidos em caso de emergência;
- ✓ Plano de Evacuação das comunidades em risco mapeadas: rotas de fuga para a população em caso de desastres, incluindo a identificação de abrigos de emergência;
- ✓ Simulações de deslizamentos: realizadas em áreas propensas a deslizamentos, com o objetivo de treinar os moradores para reconhecer sinais de alerta precoce, evacuar áreas de risco e buscar abrigo em locais seguros; e

- ✓ Simulações de inundações: realizadas em áreas propensas a inundações, com o objetivo de treinar os moradores para reconhecer sinais de alerta precoce, evacuar áreas de risco e buscar abrigo em locais seguros.

5.4 Proposta para capacitação de técnicos locais

5.4.1 Capacitação de técnicos da prefeitura em mapeamento e análise de áreas de risco a processos geológicos e hidrológicos no estado de Pernambuco

Os técnicos locais, como os agentes da Defesa Civil, Secretaria da Saúde e Drenagem Urbana do município, entre outros, foram capacitados por meio de um curso de extensão presencial realizado nas dependências do Auditório da Prefeitura Municipal de Olinda (que generosamente disponibilizou seu espaço para a capacitação dos técnicos, tanto do município de Olinda quanto da cidade de Jaboatão dos Guararapes, ambos beneficiados pelo PMRR em Pernambuco, de forma simultânea). O curso ocorreu nos dias 23 e 24 de abril de 2024, totalizando 24 horas de duração, sendo 18 horas presenciais e 6 horas virtuais (Figura 5.9, Anexos 5.1 e 5.2). A carga virtual foi designada para a leitura da bibliografia obrigatória¹⁴ do curso antes dos encontros presenciais, assim como para a avaliação final do curso pelos participantes.

O objetivo geral do curso foi promover o aperfeiçoamento e a atualização conceitual, metodológica e prática no reconhecimento, identificação e mapeamento de áreas de risco a deslizamentos e inundações, além da hierarquização de graus de risco, baseados na proposta de Brasil (2007) com as inovações conceituais adquiridas ao longo deste período até os dias de hoje. A divulgação do curso foi realizada digitalmente, sendo disponibilizada aos técnicos locais e a toda equipe interna do PMRR de Olinda por meio de inscrição online na seguinte página web: <https://www.even3.com.br/capacitacao-de-tecnicos-de-defesa-civil-em-mapeamento-e-analise-de-areas-de-risco-a-processos-de-dinamica-superficial-no-estado-de-pernambuco-448989/>.

Especificamente, o curso teve como objetivos:

- ✓ Reconhecer áreas de risco relacionadas a processos geológicos e hidrológicos;

¹⁴ Foram indicados como bibliografia obrigatória os seguintes livros:

“a”: Brasil. Ministério das Cidades (MCID). Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) (2007). Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Disponível em: <http://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/185> (acesso em 20/04/2024).

“b”: GIRD+10. Caderno Técnico de Gestão Integrada de Riscos de Desastres. Samia Nascimento Suleiman (Cord.). Brasília, Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, 2021. Disponível em: <https://educacao.cemaden.gov.br/midiateca/grid10/> (acesso em 20/04/2024).

“c”: Natenzon, C.E., Ríos, D. (Eds). Riesgos, catástrofes y vulnerabilidades. Aportes desde la geografía y otras ciencias sociales para casos argentinos. Buenos Aires: Ediciones Imago Mundi, 75-96. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/351055118_Riesgos_catastrofes_y_vulnerabilidades_Aportes_desde_la_geografia_y_otras_ciencias_sociales_para_casos_argentinos (acesso 08/05/2024).

- ✓ Compreender a base teórico-metodológica de deslizamentos, inundações e outros processos correlatos, assim como seus fatores condicionantes e tipologias; e
- ✓ Realizar o mapeamento de áreas de risco utilizando fichas de campo.

O curso foi intitulado "*Capacitação de técnicos da prefeitura em mapeamento e análise de áreas de risco a processos geológicos e hidrológicos no estado de Pernambuco*". O curso teve a duração total de dois dias presenciais em horário integral. O primeiro dia, foi dedicado à abordagem teórica e metodológica dos conceitos e técnicas envolvidas (Figura 5.10). O último dia foi dedicado a atividades de campo em áreas de deslizamento e inundação, onde foram aplicadas as fichas de campo em dois setores de risco (Figura 5.11 e 5.12). O curso foi conduzido pelo coordenador do PMRR em colaboração com os demais professores da equipe técnica.

A estrutura curricular foi dividida nos seguintes módulos didáticos:

- ✓ Fundamentos teóricos essenciais sobre áreas de risco;
- ✓ Processos geológicos e hidrológicos: conceitos, tipologias e fatores condicionantes; e
- ✓ Mapeamento de áreas de risco utilizando fichas de campo.

A proposta teve como objetivo proporcionar aprimoramento profissional na identificação e no mapeamento de áreas de risco a deslizamentos e inundações, especialmente para os técnicos da prefeitura que estão na linha de frente da prevenção e resposta a esses eventos. Busca-se consolidar um espaço de formação contínua e debate, essencial para o desenvolvimento desses profissionais em suas áreas de atuação.

Nesse contexto, o curso de extensão está alinhado com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, possibilitando o aprimoramento dos técnicos e comunidades em áreas de risco, o que resultará em ações mais eficazes para garantir a segurança das pessoas que vivem nessas regiões. Além disso, reconhece-se a importância desse curso para a formação dos alunos de graduação e pós-graduação, que fazem parte da comissão organizadora, contribuindo para sua formação acadêmica e profissional.

O curso foi estruturado em duas etapas principais. Inicialmente, houve uma exposição dialógica dos conteúdos, onde os docentes compartilharam suas experiências acadêmicas e profissionais. Após isso, procedeu-se à explicação das fichas de campo, detalhando critério por critério, incluindo orientações sobre como identificar, avaliar e atribuir os graus de risco em cada setor (Figura 5.10). Nesta segunda etapa, os participantes foram instigados a participar ativamente, expressando suas opiniões de forma crítica e participativa com base em suas experiências prévias.

No segundo dia do curso, foi realizada uma atividade de campo para visitar uma área de risco de deslizamento e outra de inundação, oferecendo aos participantes uma experiência prática e concreta

de inspeção e análise das condições locais para aplicação das fichas de campo e determinação dos graus de risco. A atividade ocorreu no bairro de Sapucaia, situado na cidade de Olinda (Figura 5.11 e 5.12).

Ao final do curso, foi realizada uma sessão de autoavaliação das atividades desenvolvidas ao longo de cada encontro por meio de um formulário eletrônico. No formulário em questão, todos os participantes tiveram a oportunidade de expressar suas opiniões sobre a qualidade das atividades, o nível de satisfação alcançado com as trocas de aprendizado, a eficácia das técnicas de apresentação de conteúdo e das atividades realizadas, além de fornecer sugestões para cursos futuros. O processo de autoavaliação promoveu um diálogo aberto e democrático entre os participantes, possibilitando a construção de um espaço contínuo de discussão sobre a gestão e o mapeamento de áreas de risco a deslizamentos e inundações.

Figura 5.9: Cartaz de divulgação da proposta para capacitação de técnicos locais.



Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Fotos do cartaz: Arnaldo Sete/MZ (2022); Leandro Vaz (2024).

Figura 5.10: Primeiro dia da capacitação com apresentação dos conteúdos de maneira expositiva e dialogada.



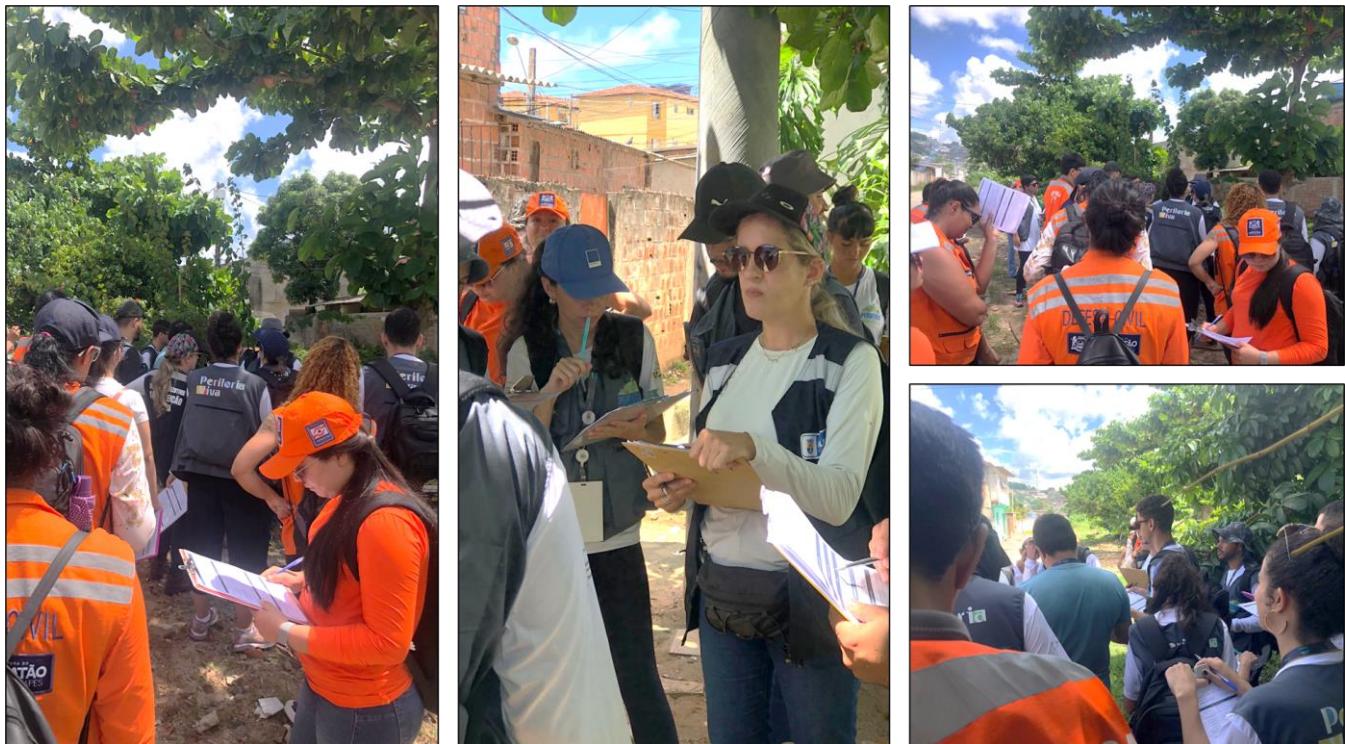
Fotos: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

Figura 5.11: Treinamento e utilização de fichas de campo no modelo de checklist nos setores de deslizamento.



Fotos: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

Figura 5.12: Treinamento e utilização de fichas de campo no modelo de checklist nos setores de inundação.



Fotos: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

5.4.2 Capacitação dos Agentes de Combate às Endemias (ACE) do Município

Uma segunda capacitação está prevista para ocorrer no dia 24 de maio de 2024 exclusivamente dedicada aos Agentes de Combate às Endemias (ACE) vinculados à Secretaria da Saúde do município. A capacitação ocorrerá em um espaço institucional da cidade de Olinda, a ser disponibilizado pela prefeitura, em horário a combinar. A sessão será conduzida por um docente membro do PMRR.

Os Agentes de Combate às Endemias serão incorporados ao projeto, levando em conta que: (a) esses profissionais nos acompanharão durante as atividades de campo e vistorias de risco, juntamente com os agentes da defesa civil, e (b) a gestão do risco de desastres está intimamente relacionada às questões de saúde pública. O aumento das taxas de vulnerabilidade social, a falta de saneamento básico adequado, entre outros fatores, pode aumentar a incidência de doenças como arboviroses, COVID-19, leptospirose, esquistossomose, zoonoses, entre outras. Além dos impactos físicos, questões emocionais também são relevantes, como o aumento dos níveis de ansiedade e estresse pós-traumático após a ocorrência de desastres. Isso ressalta a necessidade de uma comunicação de riscos que seja intersetorial.

Nesse sentido, os Agentes de Combate às Endemias, devido às suas atividades e ao perfil profissional característico, possuem um conhecimento aprofundado das comunidades que serão mapeadas. Eles estabelecem vínculos de confiança, conhecem as melhores rotas e, por isso, estarão presentes nos trabalhos de campo junto às equipes técnicas.

Por esses motivos, esses agentes serão capacitados quanto aos objetivos e métodos do PMRR por meio de capacitação presencial, antecedente aos trabalhos de campo. Dessa forma, a capacitação proporcionará uma explicação detalhada do PMRR para os agentes, utilizando uma abordagem interativa e de fácil compreensão. Serão apresentadas as informações do projeto, os conceitos de risco e os processos envolvidos, além das atividades a serem realizadas em campo. Também serão discutidas as audiências e escutas prévias realizadas com a população de Olinda, bem como os benefícios de implementar um PMRR. Em seguida, serão apresentados os cronogramas e o planejamento das atividades de campo, solicitando-se a participação ativa dos agentes nessas atividades. No encerramento, será reservado um período para esclarecer as dúvidas que surgirem.

5.4.3 Capacitação de docentes da rede básica de ensino do Município

Considerando que o PMRR realizará várias oficinas comunitárias com técnicas de cartografia social em grupos focais nas escolas da rede básica do município e fará sugestões de atividades de Educação para a Redução de Riscos e Desastres (ERRD), os professores da rede básica de ensino serão capacitados quanto aos objetivos, conceitos e métodos aplicados no projeto.

Além disso, serão oferecidas capacitações específicas para esses profissionais sobre o potencial uso de atividades de EERRD em suas disciplinas, considerando a importância desta temática no currículo escolar, especialmente com um enfoque preventivo. Essas capacitações estão previstas para ocorrerem no segundo semestre de 2024.

5.4.4 Capacitação de técnicos municipais do município após a conclusão dos trabalhos de mapeamento

No mês de novembro de 2024, está prevista uma capacitação presencial/oficina técnica com os técnicos municipais de diversas secretarias do município. O objetivo é apresentar os resultados dos mapeamentos e as propostas de intervenções estruturais para ajuste e validação. Os resultados serão utilizados como exemplo e ponto de discussão durante o curso.

Para o mês de abril de 2025 está prevista a realização de uma segunda oficina técnica envolvendo o comitê gestor municipal. O objetivo será elaborar o Plano de Ação para implementar, em curto, médio e longo prazo, as intervenções estruturais e não estruturais propostas. Ambas as capacitações serão conduzidas conforme os procedimentos a seguir:

- ✓ Planejamento: data, local, duração da oficina e recursos necessários;
- ✓ Convite e divulgação: envio de convites aos técnicos municipais, por meio de e-mails e redes sociais;

- ✓ Preparação dos materiais: os materiais incluirão os mapas das áreas de risco, dados correlatos, análises e propostas de intervenção;
- ✓ Apresentação dos resultados: durante a oficina, serão apresentados os principais pontos identificados, como áreas vulneráveis a deslizamentos, inundações ou outros eventos adversos;
- ✓ Discussão e análise: discussões entre os participantes para analisar os resultados apresentados, identificar lacunas ou discrepâncias nos dados, e discutir possíveis soluções e estratégias de intervenção;
- ✓ Validação e ajuste: feedback dos participantes para validar e ajustar os mapas e as análises, garantindo que sejam precisos e abrangentes;
- ✓ Planejamento de ações futuras: ao final da oficina, serão discutidas as próximas etapas e ações a serem tomadas com base nos resultados do mapeamento;
- ✓ Registro e documentação: todas as discussões, decisões e conclusões da oficina serão registradas em ata e relatório, para referência futura e compartilhamento com todas as partes interessadas, além de material fotográfico.

6. VALIDAÇÃO DO PMRR

6.1 Proposta para audiências públicas e demais estratégias de validação do resultado final do PMRR

Conforme já mencionado, a primeira estratégia para validar os resultados do PMRR consiste na realização de uma oficina técnica com o comitê gestor da prefeitura, na qual serão apresentados os resultados do mapeamento de risco e as propostas de intervenção para ajustes (novembro de 2024). A segunda consistirá na elaboração do Plano de Ação para implementar, em curto, médio e longo prazo, as intervenções estruturais e não estruturais propostas (abril de 2025). Essas oficinas estão programadas para acontecer em espaços institucionais disponibilizados pela prefeitura.

As audiências públicas finais para validar os resultados do PMRR estão programadas para ocorrerem no período final do projeto, previstas para o mês de maio de 2025. Essas audiências serão conduzidas pela equipe da UFPE responsável pelo projeto, com acompanhamento da equipe da Secretaria Nacional de Periferias do Ministério das Cidades. O planejamento das audiências incluirá as seguintes etapas:

- ✓ Planejamento: local, datas e horários;
- ✓ Divulgação: os canais oficiais de mídia social do projeto (Instagram e WhatsApp) e o Comitê Gestor serão utilizados para divulgar a audiência, garantindo ampla participação e engajamento da comunidade e dos membros da Prefeitura;
- ✓ Preparação de materiais: slides contendo os resultados principais do PMRR;
- ✓ Logística: reserva de espaço, sistema de som, projeção de slides, cadeiras, mesas, e quaisquer outras necessidades técnicas em conjunto com as equipes de Defesa Civil e Secretaria da Educação. As audiências poderão ocorrer em auditórios de escolas do município, considerando que proporcionam um ambiente adequado para a realização do evento. Além disso, o campus da UFPE oferece auditórios de ampla capacidade que também podem ser utilizados para sediar as audiências. Assim como ocorreu nas audiências de explicação do instrumento, estas novas audiências seguirão um formato semelhante, proporcionando um espaço para a apresentação e discussão dos resultados do projeto;
- ✓ Registro de participantes: listas de presença;
- ✓ Abertura da audiência: breve introdução, explicando o propósito da audiência, os objetivos da apresentação e as regras de participação;
- ✓ Apresentação dos resultados: compartilhamento dos resultados do projeto de forma clara e objetiva, utilizando os materiais preparados anteriormente;

- ✓ Sessão de perguntas e respostas: tempo reservado para que os participantes possam fazer perguntas e comentários sobre os resultados apresentados. Todas as perguntas serão respondidas de forma completa e transparente;
- ✓ Encerramento: finalização da audiência.

6.2 Proposta de registro dos resultados e participação da comunidade nas audiências públicas

Os resultados a serem apresentados durante as audiências de validação do PMRR incluirão:

- ✓ Mapa de suscetibilidade a deslizamentos;
- ✓ Mapa de suscetibilidade a inundações;
- ✓ Mapa de Índice de Vulnerabilidade Social;
- ✓ Mapa das áreas de risco a deslizamentos e respectivos graus de risco;
- ✓ Mapa das áreas de risco a inundações e respectivos graus de risco;
- ✓ Propostas de intervenções estruturais;
- ✓ Propostas de intervenções não estruturais e comunicação de risco.

A participação da comunidade, incluindo moradores e lideranças comunitárias, nas audiências será convocada antecipadamente por meio de cartazes digitais publicados nas plataformas de mídia social do projeto, juntamente com divulgações realizadas pelas equipes de Defesa Civil e associações comunitárias.

Nesse contexto, a comunidade terá a oportunidade de participar das audiências públicas de forma presencial, possibilitando que os moradores expressem suas opiniões, façam perguntas e ofereçam feedback sobre os resultados do PMRR. Durante as audiências, todas as questões levantadas serão registradas, sistematizadas e documentadas adequadamente, garantindo a transparência e a compreensão das preocupações e sugestões da comunidade. Além disso, a presença dos participantes será registrada por meio de listas de presença, assegurando um registro formal do engajamento da comunidade no processo.

6.3 Proposta de validação dos resultados com as comunidades

Os resultados obtidos junto às comunidades, especialmente durante as oficinas comunitárias em grupos focais (cartografia social), serão validados antes das audiências públicas finais. Para isso, estão programadas audiências de devolução dos resultados dos mapas produzidos pelos moradores, previstas para acontecerem no mês de dezembro de 2024.

Essa fase é de suma importância, considerando que os resultados foram gerados pela própria comunidade, sendo essencial garantir que as produções cartográficas refletem adequadamente as

percepções dos moradores, conforme discutido nos grupos focais. Para isso, as audiências serão conduzidas em escolas da rede municipal de ensino, com o apoio da Secretaria da Educação do município, além de outros espaços institucionais disponibilizados pela prefeitura.

A logística dessas audiências será dividida em duas etapas principais: uma introdução, onde serão apresentados os resultados cartográficos, seguida pela validação dos moradores por meio de feedback verbal. Uma vez validados, os resultados serão incorporados ao relatório final do PMRR. Se forem sugeridos ajustes, estes serão feitos inicialmente e, em seguida, incluídos na versão final do relatório.

6.4 Proposta de documento de devolutiva dos resultados do PMRR para a comunidade

Os resultados do PMRR serão apresentados à comunidade por meio de um Sumário Executivo. O Sumário Executivo do PMRR consistirá em um resumo sucinto e objetivo do projeto, devidamente ilustrado. Terá como propósito oferecer uma visão geral das principais informações, mapeamentos, registros, conclusões e recomendações contidas no documento completo do PMRR. Seu objetivo principal será permitir que a comunidade compreenda rapidamente o conteúdo essencial sem a necessidade de ler todo o relatório. O Sumário Executivo destacará os pontos mais importantes, fornecerá uma visão geral dos resultados e oferecerá insights sobre as principais conclusões e ações recomendadas.

7. REUNIÕES DE TRABALHO COM A PREFEITURA E COMUNIDADE

7.1 Metodologia de condução dos trabalhos com o Comitê Gestor da Prefeitura

7.1.1 Primeira Reunião do Comitê Gestor Municipal

A primeira reunião do Comitê Gestor ocorreu em 22 de dezembro de 2023 na Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Inovação e Tecnologia de Olinda, localizada na Av. Liberdade, 68, bairro do Carmo. Essa primeira reunião teve como objetivo a apresentação dos objetivos, produtos, período de mapeamento, propostas, entre outros aspectos do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), conforme ilustrado na Figura 7.1, ao comitê gestor municipal.

Representando a Prefeitura, estiveram presentes o Excelentíssimo Senhor Prefeito de Olinda, Lupércio Carlos do Nascimento (Professor Lupércio); Sérgio Fernando Cabral da Silva, Secretário Executivo de Controle Urbano e Ambiental; João Henrique Andrade Silva, Diretor de Engenharia da Defesa Civil; Odin Felipe Neves, Secretário Executivo de Manutenção Urbana; Coronel Valdy Oliveira, antigo Secretário Executivo da Defesa Civil; Kelly Brito, atual Secretária Executiva da Defesa Civil; Coronel Cristiano Nelson Gonçalves de Arruda, Secretário de Meio Ambiente e Planejamento Urbano; Cláudia Peregrino, Secretária de Obras; Dr. Paulo Roberto Maciel, Subprocurador-Geral Extrajudicial; e a equipe de comunicação da prefeitura (Figura 7.2). Pela UFPE, estiveram presentes Fabrizio de Luiz Rosito Listo, Coordenador do PMRR e Danielle Gomes da Silva Listo, Vice coordenadora do PMRR (Figura 7.2).

Inicialmente, o coordenador do PMRR delineou os detalhes do projeto e forneceu orientações sobre o apoio logístico necessário por parte do Comitê Gestor, além de destacar a importância da disponibilização de dados essenciais do município. Em relação ao apoio logístico, foram estabelecidos os seguintes acordos: assistência para as equipes técnicas durante os sobrevoos com VANT, aplicação das fichas de campo e auxílio na convocação de líderes sociais e moradores para as audiências públicas, oficinas e acompanhamento nos trabalhos de campo. Após a apresentação, foi reservado um momento para dúvidas e comentários.

Como resultado dessa reunião, também foi encaminhada a oficialização do Decreto Municipal que regulamenta o Comitê Gestor de Redução de Riscos de Desastres (CGRRD) (Tabela 7.1) e uma agenda de reuniões contínuas (Anexo 7.1). O decreto em questão, Decreto Nº 234/2023, publicado em 27 de dezembro de 2023, estabelece o Comitê Gestor de Redução de Risco de Desastres (CGRRD) no âmbito do Município de Olinda. Esse decreto é criado considerando o Acordo de Adesão entre a Secretaria Nacional de Periferias e o Município, com o propósito de planejar, monitorar, acompanhar e apoiar a elaboração do "Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR)" (Anexo 7.1). A criação desse comitê é fundamental para a consolidação e pleno funcionamento das atividades necessárias do PMRR.

Figura 7.1: Primeira reunião do Comitê Gestor ocorrida em 22 de dezembro de 2023 na Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Inovação e Tecnologia de Olinda.



Fotos: Assessoria de Comunicação de Olinda (2023).

Figura 7.2: Representantes da Prefeitura e equipe técnica do PMRR presentes durante a reunião.



Foto: Assessoria de Comunicação de Olinda (2023).

Tabela 7.1: Lista de integrantes do Comitê Gestor Municipal de Redução de Riscos de Desastres (CGRRD).

Nome	Cargo/Secretaria ou Órgão
Lupércio Carlos do Nascimento (Professor Lupércio)	Prefeito
Milena Gonzaga	Secretária de Governo
Kelly Brito	Secretaria Executiva da Defesa Civil
Marcos Alberto Leão Filho	Secretário Executivo de Habitação
Fernando Freire	Secretário Executivo de Assistência Social
Cláudia Peregrino	Secretaria Municipal de Obras
Odin Felipe Neves	Secretário Executivo de Manutenção Urbana
Ana Callou	Secretaria Municipal de Saúde
Ana Pantoja	Secretaria Executiva de Atenção à Saúde
Cristiano Nelson Gonçalves de Arruda	Secretário de Meio Ambiente e Planejamento Urbano
Edilene Soares Das Neves	Secretaria Municipal de Educação
Dr. Rafael Carneiro Leão Ferreira	Procurador-Geral do Município

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). **Base de dados:** Decreto Nº 234/2023, de 27 de dezembro de 2023.

7.1.2 Segunda Reunião do Comitê Gestor Municipal

Na segunda reunião do Comitê Gestor Municipal, realizada em 20/02/2024, estiveram presentes membros da Prefeitura Municipal, da Secretaria Nacional de Periferias do Ministério das Cidades e a coordenação e vice coordenação do PMRR. A reunião ocorreu no auditório da Prefeitura Municipal de Olinda.

Do lado da Prefeitura, estiveram presentes o Excelentíssimo Senhor Prefeito de Olinda, Lupércio Carlos do Nascimento, diversos Secretários Municipais e Executivos, Agentes da Defesa Civil e demais técnicos municipais. Representando a Secretaria Nacional de Periferias estavam Vitor Araripe Freire Pacheco, Chefe de Gabinete; Leonardo Santos Salles Varallo, Coordenador-Geral de Apoio a Planos; Renan Duarte; Leonardo Souza, Assessor Sênior; entre outros. Da UFPE, participaram o coordenador do PMRR, Fabrizio de Luiz Rosito Listo, e a vice coordenadora, Danielle Gomes da Silva Listo (Figura 7.3).

Esta reunião proporcionou uma nova oportunidade para reforçar o apoio logístico das prefeituras à equipe técnica do PMRR, aproximando os esforços entre o governo federal e o governo municipal em iniciativas para redução do risco de desastres.

Figura 7.3: Segunda reunião do Comitê Gestor Municipal com a presença de membros da Prefeitura Municipal de Olinda, da Secretaria Nacional de Periferias do Ministério das Cidades e da coordenação e vice coordenação do PMRR.



Fotos: Assessoria de Comunicação de Olinda (2024).

7.1.3 Terceira Reunião do Comitê Gestor Municipal

A terceira reunião do Comitê Gestor Municipal ocorreu em 05 de março de 2024, no auditório da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Inovação e Tecnologia de Olinda. Esta reunião proporcionou uma nova oportunidade para detalhar ainda mais os produtos resultantes do PMRR (Figura 7.4).

Representando a prefeitura, estiveram presentes: Kelly Brito, Secretária Executiva da Defesa Civil; Milena Gonzaga, Secretária de Governo; Odin Felipe Neves, Secretário Executivo de Manutenção Urbana; Ana Pantoja, Secretária Executiva de Atenção à Saúde; Cláudia Peregrino; Secretária Municipal de Obras, entre outros (Figura 7.5). Da UFPE, compareceram a coordenação e vice coordenação do PMRR; a professora Lígia Albuquerque de Alcântara Ferreira (membra da equipe docente) e diversos estudantes da equipe (Figura 7.5).

Figura 7.4: Durante a terceira reunião do Comitê Gestor Municipal, foi realizado um detalhamento em forma de apresentação expositiva do PMRR.



Fotos: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

Figura 7.5: Membros presentes na terceira reunião do Comitê Gestor Municipal.



Fotos: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

7.1.4 Reunião com a Defesa Civil do Estado de Pernambuco (SEDEC - PE)

Em 26 de fevereiro de 2024, ocorreu uma reunião nas dependências do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE, entre parte da equipe da Defesa Civil do Estado de Pernambuco (SEDEC-PE) e o coordenador do PMRR, Fabrizio de Luiz Rosito Listo.

Representando a SEDEC estiveram presentes: Clóvis Fernandes Dias Ramalho - Secretário Executivo de Proteção e Defesa Civil, George Vitoriano de Almeida - Diretor de Gestão de Risco e Desastre, Marcelo Lima e Silva - Diretor de Engenharia de Proteção e Defesa Civil, Agilana de Inojosa Barbosa - Gerente da Escola de Defesa Civil e Rebeca Barbosa dos Santos - Assessora de Comunicação (Figura 7.6).

A reunião foi uma iniciativa da própria SEDEC com o objetivo de prestar apoio logístico e fornecer dados essenciais produzidos pelo estado de Pernambuco para a execução plena do PMRR em Olinda.

Figura 7.6: Reunião entre a SEDEC-PE e a coordenação do PMRR ocorrida em 26 de fevereiro de 2024.



Fotos: Assessoria de comunicação da SEDEC-PE (2024).

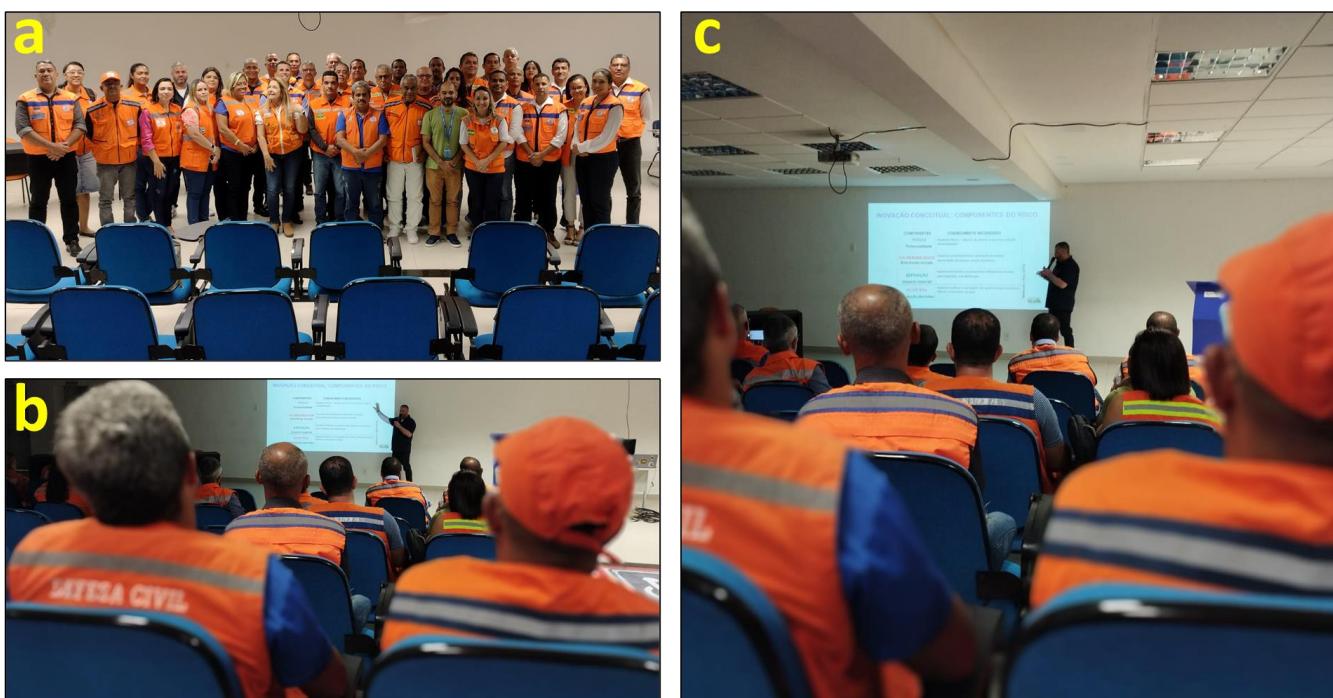
7.1.5 Participação no evento “Operação Inverno 2024”

A convite do Secretário Executivo de Proteção e Defesa Civil do governo do estado de Pernambuco, Clóvis Fernandes Dias Ramalho, Fabrizio de Luiz Rosito Listo, coordenador do PMRR, participou do evento intitulado "Operação Inverno 2024" (Figura 7.7). O encontro ocorreu na manhã de 13 de março de 2024, no município de Jaboatão dos Guararapes, escolhido como sede do evento, no auditório do Centro Universitário dos Guararapes (UNIFG).

O propósito do evento foi reunir gestores da Defesa Civil dos 14 municípios que compõem a Região Metropolitana do Recife/RMR¹⁵, visando promover integração e troca de conhecimentos para fortalecer a preparação durante o período chuvoso (Figura 7.9). Mais de 40 participantes da Defesa Civil estiveram presentes, compartilhando experiências e boas práticas para a gestão de riscos.

Durante o evento, o coordenador do PMRR teve a oportunidade de apresentar os objetivos e avanços conceituais do plano para agentes de Defesa Civil de toda a RMR, por meio de uma palestra (Figura 7.7). Além disso, a APAC (Agência Pernambucana de Águas e Clima) proferiu uma palestra, informando sobre as tendências do comportamento da precipitação para a quadra chuvosa de 2024. Essa informação é estratégica para o PMRR, uma vez que os trabalhos de campo coincidirão com a estação chuvosa.

Figura 7.7: “a” presentes no evento “Operação Inverno 2024”, “b” e “c” palestra proferida pelo coordenador do PMRR, Fabrizio de Luiz Rosito Listo, na qual foram apresentados os objetivos do plano e suas inovações teórico-metodológicas.



Fotos: Assessoria de comunicação da SEDEC-PE (2024).

¹⁵ Abreu e Lima, Araçoiaba, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Igarassu, Ilha de Itamaracá, Ipojuca, Itapissuma, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista, Recife e São Lourenço da Mata.

7.2 Metodologia de reunião com a comunidade

A metodologia de reuniões com a comunidade, em todas as etapas participativas do PMRR, sempre seguirá as seguintes etapas comuns. É importante ressaltar que as reuniões englobam também as audiências, oficinas e grupos focais.

- a) Planejamento:** a cada reunião serão definidos os seus propósitos, principais tópicos a serem discutidos, estabelecimento de metas claras, participantes, datas, horários, participantes, logística e forma de convite/convocação;
- b) Comunicação:** após o planejamento serão comunicados claramente os detalhes da reunião, incluindo data, hora, local e agenda. Serão utilizados diversos canais de comunicação para alcançar a maior parte da comunidade possível, como redes sociais, WhatsApp, cartazes físicos, rádios comunitárias, Defesas Civis, entre outros;
- c) Facilitação:** em todas as reuniões, sempre haverá um facilitador competente para garantir que a discussão permaneça focada nos objetivos estabelecidos. O facilitador também deverá incentivar a participação de todos os presentes e garantir um ambiente de respeito e colaboração;
- d) Apresentação:** todas as informações a serem compartilhadas durante as reuniões, como projetos ou propostas, serão apresentadas de forma clara e acessível. Serão utilizados recursos visuais e recursos físicos, sempre que possível. Caso necessário, serão respondidas perguntas e fornecidos esclarecimentos adicionais;
- e) Discussão e Feedback:** haverá sempre um tempo para permitir que os membros da comunidade expressem suas opiniões, façam perguntas e ofereçam feedback. Isso será feito por meio de debates abertos, sessões de perguntas e respostas, grupos de discussão, entre outros métodos;
- f) Registro:** todas as principais discussões, decisões tomadas e feedback recebido durante a reunião serão documentados. Isso será muito importante para referência futura e garantir que as preocupações da comunidade sejam devidamente registradas e consideradas;
- g) Acompanhamento:** após as reuniões, haverá acompanhamento com a comunidade, incluindo o envio de informações sobre próximos passos e como o feedback recebido será incorporado, se aplicável.

7.2.1 Registro das Reuniões

7.2.1.1 Registro das Audiências de Escuta Livre

Como previamente mencionado neste relatório, foram realizadas duas audiências de escuta livre da população e explicação do PMRR em 14 de março de 2024 e 01 de abril de 2024. Para o planejamento dessas audiências, ocorreu inicialmente, em 28 de fevereiro de 2024, uma reunião virtual entre a equipe do PMRR e a Defesa Civil Municipal de Olinda para acertar os detalhes logísticos, incluindo espaços, equipamentos e convocações (Figura 7.8). Destacamos mais uma vez que essas audiências foram essenciais para escutar a perspectiva da população em relação aos riscos presentes nos territórios onde residem.

O registro das audiências foi feito por um membro da equipe designado para esta tarefa em cada sessão, digitando simultaneamente as intervenções dos moradores e lideranças comunitárias em um sistema informatizado. O registro dessas reuniões está detalhado no volume 02 deste relatório. Adicionalmente, em todas as audiências, foram utilizadas lista de presença para formalizar a participação de todos os presentes (apresentadas nos anexos do volume 02 deste relatório).

Figura 7.8: Encontro online realizado em 28 de fevereiro de 2024 entre a equipe do PMRR e a Defesa Civil para coordenar os detalhes logísticos das audiências de escuta livre e explicação do PMRR.

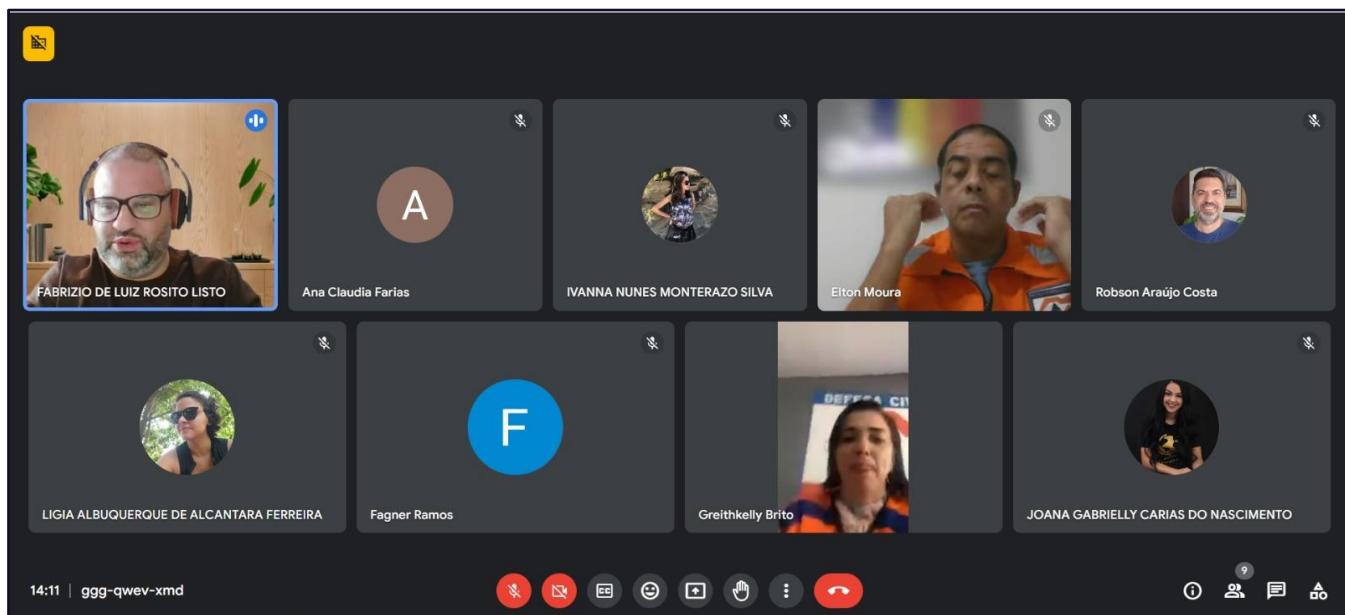


Foto: ENPLAGEO/GEOTEC (2024). Tela capturada do software Google Meet.

7.2.1.2 Registro das demais reuniões, oficinas e audiências

Todas as demais reuniões, oficinas e audiências com a comunidade do PMRR serão devidamente documentadas da seguinte forma: inicialmente, os participantes serão registrados por meio de um sistema de registro local. Serão solicitadas informações básicas, como nome, comunidade, contato e

assinatura. Todas as apresentações, comentários e perguntas feitas durante esses eventos serão registrados utilizando gravação de vídeo, atas transcritas e fotografias para documentação visual.

Posteriormente, todas as informações serão compiladas para a elaboração de um relatório referente a cada sessão realizada com a comunidade.

7.2.2 Mesa redonda UFPE

Por meio de uma parceria entre a equipe do PMRR e a Secretaria Nacional de Periferias, foi promovida uma mesa redonda no Departamento de Ciências Geográficas da UFPE, intitulada "Construindo comunidades resilientes em periferias urbanas por meio dos Planos Municipais de Redução de Riscos" (Figura 7.9). O evento ocorreu em 15 de março de 2023 e contou com a participação do Excelentíssimo Senhor Vice-Reitor da UFPE, Prof. Dr. Moacyr Cunha de Araújo Filho; da diretora do Centro de Filosofia e Ciências Humanas/CFCH da UFPE, Profa. Dra. Maria da Conceição Lafayette de Almeida; do Secretário Nacional de Periferias do Ministério das Cidades, Guilherme Simões Pereira; da Coordenadora Nacional do Movimento dos Trabalhadores e Trabalhadoras Sem Teto, Jô Cavalcanti; e do diretor Executivo da Organização Não Governamental Somos Todos Muribeca, Marcelo Trindade (Figura 7.10).

Esta mesa redonda examinou os desafios e oportunidades enfrentados pelas comunidades em áreas periféricas urbanas no contexto da redução de riscos. Explorou o papel dos Planos Municipais de Redução de Riscos como diretrizes para o desenvolvimento de políticas públicas e ações que visam promover a segurança e a resiliência nas comunidades urbanas. Além disso, discutiu estratégias inovadoras e colaborativas para fortalecer as capacidades locais, envolver as partes interessadas e criar um ambiente urbano mais seguro e sustentável para todos os residentes.

Como espectadores, estiveram presentes várias lideranças comunitárias que tiveram a oportunidade de falar durante a segunda parte do evento, além de estudantes da UFPE e autoridades do estado de Pernambuco, incluindo representantes da Defesa Civil do Estado de Pernambuco e a Senhora Simone Nunes, Secretária de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação (Figura 7.11). A referida mesa também ofereceu uma oportunidade de envolvimento da comunidade, uma vez que várias dúvidas e comentários foram feitos sobre o PMRR.

Figura 7.9: Convite de divulgação para a mesa redonda "Construindo Comunidades Resilientes em Periferias Urbanas por meio dos Planos Municipais de Redução de Riscos".



Fonte: Equipe de comunicação da Secretaria Nacional de Periferias (2024).

Figura 7.10: "a" Participaram do evento a Professora Doutora Maria da Conceição Lafayette de Almeida, Marcelo Trindade, Jô Cavalcanti, Guilherme Simões Pereira e Fabrizio de Luiz Rosito Listo, que como coordenador do PMRR pode apresentar à comunidade acadêmica os objetivos e benefícios dessa parceria. "b" Guilherme Simões Pereira, Secretário Nacional de Periferias do Ministério das Cidades, ressaltou a importância dos Planos Municipais de Redução de Riscos como instrumentos fundamentais para promover a segurança e a resiliência em comunidades urbanas periféricas. "c" O Professor Doutor Moacyr Cunha de Araújo Filho enfatizou a relevância da participação da academia e das instituições de ensino superior na elaboração e implementação de estratégias para redução de riscos em áreas periféricas urbanas. "d" Marcelo Trindade, Diretor Executivo da Organização Não Governamental Somos Todos Muribeca, destacou os desafios enfrentados pelas comunidades periféricas e ressaltou a importância do envolvimento da sociedade civil na construção de comunidades mais seguras e resilientes.



Fotos: Leandro Vaz (2024).

Figura 7.11: "a" O evento contou com a presença de autoridades do estado de Pernambuco na plateia, incluindo representantes da Secretaria de Defesa Civil e Simone Nunes, Secretária de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação, acompanhada por sua equipe, "b" Houve uma expressiva participação do público no evento, evidenciando o interesse e a importância do tema abordado, "c" Diversas lideranças comunitárias estiveram presentes, demonstrando o envolvimento e a representatividade das comunidades nas discussões sobre redução de riscos em áreas urbanas periféricas.



Fotos: Leandro Vaz (2024).

7.2.3 Outras formas de participação da comunidade

Como mencionado anteriormente neste relatório, outras modalidades de envolvimento da comunidade incluirão a participação nas atividades de campo para aplicação de fichas no estilo check list, destinadas a avaliar o grau de risco, bem como oficinas comunitárias realizadas em grupos focais, empregando a técnica da cartografia social. Após essa etapa, os resultados serão validados em audiências, além das audiências finais para apresentação dos resultados do PMRR.

8. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

A Tabela 8.1 apresenta o cronograma de atividades do PMRR, com início em 20/02/2024 e término em 20/08/2025 (18 meses). As atividades estão inicialmente organizadas por mês para o ano de 2024, seguido pelos meses de 2025, com intervalos quinzenais representados pela abreviação "1^a q." (primeira quinzena do mês) e "2^a q." (segunda quinzena do mês).

Tabela 8.1: Cronograma de atividades do PMRR de Jaboatão dos Guararapes (PE).

Meses/ Quinzenas/ Atividades	2024																				
	Fev.		Mar.		Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.		Set.		Out.		Nov.		
	2 ^a q.	1 ^a q.	2 ^a q.																		
Definição da equipe técnica.																					
Capacitações internas da equipe técnica.																					
Reuniões de Comitê Gestor (apresentação do PMRR à Prefeitura Municipal e definição de apoio logístico e fornecimento de dados).																					
Levantamento de dados secundários (literatura).																					
Audiências de explicação do PMRR e escuta livre da comunidade.																					
Mapas temáticos básicos.																					
Mapa de suscetibilidade a deslizamentos.																					
Mapa de suscetibilidade à inundaçāo.																					
Mapa de Vulnerabilidade Social.																					
Pré-setorização das áreas de risco (em gabinete).																					
Seleção das áreas prioritárias para o mapeamento de risco																					
Planejamento Aerofotogramétrico (VANT).																					
Entrega do Relatório 01.																					
Correlação de mapas temáticos.																					
Mapeamento dos setores de risco com fichas de																					

campo (trabalhos de campo).																
Levantamento aerofotogramétrico por VANT e pós-processamento.																
Setorização final das áreas de risco.																
Indicação do número de moradias (unidades habitacionais) e estimativa de famílias por setor de risco.																
Mapa de áreas de risco em diferentes formatos (cartográfico, imagens verticais, imagens oblíquas).																
Tabela síntese dos setores de risco.																
Descrição dos setores de risco.																
Oficinas comunitárias (grupos focais, cartografia social).																
Digitalização dos mapas participativos (oficinas comunitárias em ambiente SIG).																
Entrega do Relatório 02.																
Definição de critérios para a hierarquização e definição da escala de prioridade para implementação das intervenções estruturais.																
Indicação de intervenções estruturais para os setores de risco alto – R3 e muito alto – R4.																
Estimativa de custos para intervenção nos setores de risco alto e muito alto com base na tabela SINAPI.																
Proposição de intervenções relacionadas a Soluções Baseadas na Natureza.																
Proposição de intervenções não estruturais para sustentabilidade do programa de prevenção de riscos																

na busca de Cidades Resilientes.																	
Oficina técnica com comitê gestor da prefeitura para apresentação dos resultados do mapeamento de risco e as propostas de intervenção para ajustes e validação.																	
Devolutiva dos resultados por meio de apresentação do estudo para validação dos resultados parciais pelas comunidades mapeadas para ajustes e validação.																	
Meses/ Quinzenas/ Atividades																	
2025																	
Jan.		Fev.		Mar.		Abr.		Mai.		Jun.		Jul.		Ago.			
1 ^a q.	2 ^a q.	1 ^a q.	2 ^a q.	1 ^a q.	2 ^a q.	1 ^a q.	2 ^a q.	1 ^a q.	2 ^a q.	1 ^a q.	2 ^a q.	1 ^a q.	2 ^a q.	1 ^a q.	2 ^a q.	1 ^a q.	2 ^a q.
Indicação de intervenções estruturais para os setores de risco alto – R3 e muito alto – R4.																	
Estimativa de custos para intervenção nos setores de risco alto e muito alto com base na tabela SINAPI.																	
Proposição de intervenções relacionadas a Soluções Baseadas na Natureza.																	
Proposição de intervenções não estruturais para sustentabilidade do programa de prevenção de riscos na busca de Cidades Resilientes.																	
Entrega do Relatório 03 com estruturação da proposta de Plano Municipal de Redução de Risco, contendo o texto e os mapas de risco com arquivos vetoriais dos materiais cartográficos e imagens.																	
Entrega do Sumário Executivo do PMRR																	

para tomadores de decisão com os principais resultados e medidas indicadas em cada área mapeada.														
Elaboração de Cartilhas de Risco (de forma impressa e digital) com os principais resultados e medidas indicadas em cada área mapeada em linguagem acessível para cada comunidade mapeada.														
Realização de oficina Técnica com comitê gestor municipal para desenho do Plano de Ação para implementar em curto, médio e longo prazo as intervenções estruturais/não estruturais propostas.														
Realização de Audiência(s) Pública(s) para apresentação e discussão dos resultados do PMRR.														
Entrega de Relatório final (04) contendo: Sumário Executivo do PMRR, registro de todas as atividades e produtos de consulta, capacitação e informação pública, inclusive a(s) audiência(s) pública(s).														■

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSELRAD, H. **Cartografia social, terra e território.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional - Coleção território, ambiente e conflitos sociais, n. 3, 2013. 318 p.
- ALEXANDER, D.E. **Natural Disasters.** University College London Press & Kluwer Academic Publishers, Dordrecht & Boston, 1993. 632 pp.
- ALHEIROS, M. M.; LIMA FILHO, M. F. A Formação Barreiras. In: Mabesoone, J. M. (Coord.). Revisão geológica da faixa costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. **Estudos Geológicos**, v. 10, p.77-88. 1991.
- ALHEIROS, M. M.; LIMA FILHO, M. F.; MONTEIRO, F. A. J.; OLIVEIRA FILHO, J. S. Sistemas deposicionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**. Belém, Vol. 2. 753-760, 1988.
- ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. A. A.; BITOUN, J.; MEDEIROS, S. M. G. M.; AMORIM JÚNIOR, W. M. **Manual de ocupação dos morros da região metropolitana do Recife.** Recife: Ensol, 2003.
- ALVALÁ, R.C.S.; ASSIS DIAS, M.C.; SAITO, S.M.; STENNER, C.; FRANCO, C.; AMADEU, P.; RIBEIRO, J.; SOUZA DE MORAES SANTANA, R.A.; NOBRE, C.A. Mapping characteristics of at-risk population to disasters in the context of Brazilian early warning system. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 41, 1-14, 2019.
- AMARAL, C. Landslides disasters management in Rio de Janeiro. **2nd Pan-American Symposium on Landslides (II PSL/2a COBRAE).** ABMS, ABGE & ISSMGE, Rio de Janeiro, 1997. pp. 209-212.
- AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTARO, J.; AMARAL, R. (Org.) **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: instituto Geológico. 2009. p. 39-52.
- ANDRADE, E.D.V.; CARNEIRO, A.F.T. A elaboração de documentos cartográficos sob a ótica do mapeamento participativo. **Bol. Ciênc. Geeod**, 15, 410-427, 2009.
- ANTUNES, M. R. V.; RIBEIRO, S.C. Etnogeomorfologia Sertaneja: saberes tradicionais da agricultura familiar sobre os processos morfoesculturadores da paisagem e o seu uso e manejo do solo no município de Jardim – CE. **Revista de Geografia**. 35(4), 55-67, 2018.
- AYALA, I.A. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, 47, 107-124, 2002.
- ATLAS BRASIL. **Atlas de Desenvolvimento Humano dos Municípios.** (2013). Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso: 20/02/24.

BANDEIRA, A. P. N. **Parâmetros técnicos para gerenciamento de áreas de risco de escorregamentos de encostas na Região Metropolitana do Recife**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 340. 2010.

BARBOSA, J.A. **A deposição carbonática na faixa costeira Recife-Natal: aspectos estratigráficos, geoquímicos e paleontológicos**. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, 2007. 114p.

BARBOSA, J.A.; LIMA FILHO, M.F. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife-Natal: observações em dados de poços. **Boletim de Geociências da Petrobras**, (14)1: p. 287-306, 2006.

BARON, C.G.; COLOMBIA, E. Barrios del mundo: historias urbanas – la cartografía social...pistas para seguir. **Primer Encuentro Internacional Barrios Del Mundo**. 2005. Recuperado de: http://www.extension.unc.edu.ar/garciabaron_colombia.pdf. (Consulta: 19-12-2022)

BECK. U. **La sociedad del riesgo: hacia uma nueva modernidade**. Ediciones Paidóns: Barcelona, 2006.

BEDÊ, L. C.; WEBER, M.; RESENDE, S.; PIPER, W.; SCHULTE, W. **Manual para Mapeamento de Biótopos no Brasil: base para um planejamento ambiental eficiente**. Belo Horizonte: Brandt Meio Ambiente, 1994. 99 p.

BEVEN, K. J. & KIRKBY, M. J. A physically based, variable contributing área model of basin hydrology. **Bulletin of Hydrological Sciences**, v.24, n.1. p. 43-69, 1979.

BITAR, O. Y. **Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - 1:25.000: Nota Técnica Explicativa**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014. 50p.

BRAGA, T. M.; OLIVEIRA, E. L.; GIVISIEZ, G. H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. **São Paulo em Perspectiva**; 20(1): 81-95, 2006.

BRASIL. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Brasília: Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007. 176 p.

BORATTO, I. M. D. P.; GOMIDE, R. L. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, 2013.

CANIL, K.; MOURA, R.; SULAIMAN, S.; TORRES, P.; NETTO, A.; JACOBI, P. Vulnerabilities, risks and environmental justice in a Macro Metropolitan scale. **Mercator**, 20, 1-15, 2020.

CARBONE, A.S.; CAMPOS, F. de S.; SULAIMAN, S. N. Cidades Resilientes. A contribuição das Soluções baseadas na Natureza. In: Sulaiman, S. N. **Caderno Técnico GIRD+10 Gestão Integrada de Riscos e Desastres**. 1. ed. Brasília: MDR/SEDEC, 2021. v. 1. 154p.

CARDONA, O. D. The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: A necessary review and criticism for effective risk management. In B. Wisner, P. Blaikie, T. Cannon, & I. Davis (Eds.), **At risk: Natural hazards, people's vulnerability, and disasters** (2nd ed., pp. 42–54). London, UK: Routledge, 2004.

CAVALCANTI, I. F. A. **Um estudo sobre interações entre sistemas de circulação de escala sinótica e circulações locais.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos, 1982. 113p.

CHAMBERS, R. Participatory Mapping and Geographic Information Systems: Whose Map? Who Is Empowered And Who Disempowered? Who Gains And Who Loses? **EJISDC**, 25, 1-11, 2006.

CICCOTTI, L.; RODRIGUES, A.C.; BOSCOV, M.E.G.; GÜNTHER, W.M.R. Building indicators of community resilience to disasters in Brazil: a participatory approach. **Ambiente e Sociedade**, 23, 1-20, 2020.

CIRILO, J. A.; ALVES, F. H. B.; SILVA, L. A. C.; CAMPOS, J. H. A. L. Suporte de Informações Georreferenciadas de Alta Resolução para Implantação de Infraestrutura e Planejamento Territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 4, p. 755-763, 2014.

COHEN, J.; CAVALCANTI, I. F. A.; BRAGA, R. H. M.; NETO, L. S. Linha de Instabilidade na Costa N-NE da América do Sul. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. **Tempo e Clima no Brasil**. Oficina de Textos: São Paulo, 2009.

COSTA, M. A. et al. Vulnerabilidade Social no Brasil: conceitos, métodos e primeiros resultados para municípios e regiões metropolitanas brasileiras. **Texto para Discussão**, Rio de Janeiro, n. 2364, p. 1-76, 2018.

COSTA, M. A.; MARGUTI, B. O. (Eds.). **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. Brasília: Ipea, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/PkFtjG>>. Acesso em: 05 de abril de 2024.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação: município de Olinda – PE**. (2015). Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17526>>. Acesso: 20/02/2024.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Setorização de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações: Olinda – Pernambuco**. (2012). Disponível em:<<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/19989>>. Acesso: 20/02/2024.

D'ERCOLLE, R. Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés: concepts, typologie, modes d'analyse. **Revue de Géographie Alpine**, Grenoble, n .4, p. 87-96, 1994.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Cavalos comendo lixo e esgoto estourado: moradores de Olinda no caos.** Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2023/10/cavalos->

comendo-lixo-e-esgoto-estourado-moradores-de-olinda-no-caos.html. Acesso em: 04 de abril de 2024.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. Pesquisa aponta pontos de maior probabilidade de enchentes no Cabo.

Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2016/03/pesquisa-aponta-pontos-de-maior-probabilidade-de-enchentes-no-cabo.html>.

DIEP, L.; PARikh, P.; DODMAN, D.; ALENCAR, J.; MARTINS, J. R. S. Problematizing infrastructural “fixes”: critical perspectives on technocratic approaches to Green Infrastructure. **Urban Geography**, VOL. 44, NO. 3, 470–491, 2022.

EMBRAPA SOLOS. ZAPE - Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade dos Solos do Estado de Pernambuco. EMBRAPA. [S.I.]. 2001. Disponível em: <<https://geoinfo.dados.embrapa.br/catalogue/#/dataset/2993>>. Acesso: 20/02/2024.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: Uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. 2a. ed. São Paulo: Bertrand, 1998. p. 123-194.

FREIRE, N. C. F.; NATENZON, C. E. Vulnerabilidade social, inundações catastróficas e geotecnologias em regiões subdesenvolvidas. Risco e incertezas no litoral norte da província de Alagoas - Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.6 n.5, 1227-1315. 2013.

G1-PE. **Veja quem são os 133 mortos pela tragédia das chuvas em Pernambuco**. (2022) Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2022/05/28/veja-quem-sao-os-mortos-em-deslizamentos-de-barreiras-causados-pelas-chuvas-no-grande-recife.ghtml>. Acesso: 24/03/2024.

G1-PE. **Moradores de Olinda usam barcos para transitar por áreas alagadas**. 10 mai. 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2016/05/moradores-de-olinda-usam-barcos-para-transitar-por-areas-alagadas.html>

GAO, J. Identification of Topographic Settings Conductive to Landsliding from Nelson County, Virginia, U.S.A. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 18, p. 579-591, 1993.

GIVISIEZ, G. H. N.; OLIVEIRA, E. L. Risco e vulnerabilidade social a desastres naturais no Brasil: proposta de um arcabouço para indicadores multiescalares. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 4107-4118, 2017.

GUHA-SAPIR D, HOYOIS PH., WALLEMACQ P. BELOW. R. **Annual Disaster Statistical Review 2016: The Numbers and Trends**. Brussels: CRED; 2016. Disponível em: Acesso: 20 fevereiro 2024. 91 p.

GUILLARD-GONÇALVES, C.; ZÊZERE, J. L. Combining social vulnerability and physical vulnerability to analyse landslide risk at the municipal scale. **Geosciences**, v. 8, n. 8, p. 294, 2018.

GUZZETTI, F. **Landslide hazard and risque assessment.** Dissertation. Mathematico-Naturwissenschaftlichen Fakultät, Rheinischen Friedrich Wilhelms. Universität Bonn. Bonn, p. 373. 2005.

HERZER, H.; RODRÍGUEZ, C.; CELIS, A.; BARTOLOMÉ, M.; CAPUTO, G. Convivir con el riesgo o la gestión del riesgo. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. **Tercer Mundo**. Bogotá, Colombia, p. 1-17, 2002.

HORA, S. B.; GOMES, R. L. Mapeamento e Avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do município de Itabuna/BA. **Sociedade & Natureza**. v.21, n.2, p.57-75, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.** 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/> . Acesso em: 20 de março de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População em áreas de risco no Brasil. Coordenação de Geografia**, 91, 2018. p. Rio de Janeiro.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual de Recursos Naturais (MRN) – Escala 1:250.000: Nota Metodológica.** Coordenação de Meio Ambiente. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. 64p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022: população e domicílios: primeiros resultados.** Coordenação Técnica do Censo Demográfico. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 20 de março de 2024.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Plataforma do Atlas da Vulnerabilidade Social.** [s.l.]: [s.d.]. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/planilha>. Acesso em: 05 de abril de 2024.

ISHIWATARI, M.; SHAW, R.; TAKEUCHI, Y. Toward a comprehensive framework for disaster resilience measurement. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 8, 50–61, 2014.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Clima da Região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. **Tempo e Clima no Brasil**. Oficina de Textos: São Paulo, 2009.

LANA, J.C.; DE JESUS, D.; ANTONELLI, T. **Setorização de áreas de risco geológico.** Brasília: CPRM, 2021. 46p.

LAVELL, A. (1988). Decision making and risk management. In: Conference on Furthering Cooperation in Science and Technology for Caribbean Development. **Port of Spain**, Trinidad, 23-25, 1-22, 1988.

LIMA, F. A. **Territórios de vulnerabilidade social: construção metodológica e aplicação em Uberlândia-MG.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. 148p.

LIMA FILHO, M. F. **Análise Estratigráfica e Estrutural da Bacia Pernambuco.** IG-USP. Tese de Doutoramento, 1998,139 p.

LISTO, F. L. R. **Análise da suscetibilidade e do grau de risco a escorregamentos rasos na Bacia do Alto Aricanduva, RMSP (SP).** Dissertação de mestrado. Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 151. 2011.

LISTO, F.L.R. La perspectiva de las comunidades en el mapeo de áreas de riesgo de inundación. **Punto Sur**, (9), 241-266, 2023.

LISTO, F. L. R.; NERY, T. D.; BISPO, C. O.; FERREIRA, F. S.; SANTOS, E. M. MOVIMENTOS DE MASSA: ESTADO DA ARTE, ESCALAS DE ABORDAGEM, ENSAIOS DE CAMPO E LABORATÓRIO E DIFERENTES MODELOS DE PREVISÃO. In: Osmar Abílio de Carvalho Júnior; Maria Carolina Villança Gomes; Renato Fontes Guimarães; Roberto Arnaldo Trancoso Gomes. (Org.). **Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira.** 1ed.Brasília: Selo Caliandra, v. 1, p. 560-592, 2022.

LISTO, F.L.R.; SANTOS, V.V.; FREITAS, L.C.S.; RAMOS FILHO, R.A.; NATENZON, C.E. Construyendo puentes entre el conocimiento experto y el saber popular: comunicación, riesgo de inundaciones e interacciones dialógicas Brasil-Argentina desde la extensión universitaria. **XXIII Jornadas de Investigación, Enseñanza y Extensión de la Geografía de la Universidad de La Plata**, La Plata, Argentina, 225-228, 2022.

LISTO, F.L.R.; VIEIRA, B.C. Mapping of risk and susceptibility of shallow-landslide in the city of São Paulo, Brazil. **Geomorphology**, 169–170, 30–44, 2012.

LOPES, I. J. C.; LIMA NETO, E.; PESSOA, M. M. L.; REIS, A. R. N.; RIBAS, E. C.; SILVA, A. F.; OLIVEIRA, C. P.; SANTOS, N. A. T. Determinação da Cobertura Vegetal de Olinda, Pernambuco – Brasil: um subsídio à gestão florestal urbana. **Caminhos da Geografia**, v. 23, n.89, 77-91, 2022.

MACHADO, C.; NÓBREGA, R.S.; OLIVEIRA, T.H.; SILVA ALVES, K.M. A. Distúrbio ondulatório de leste como condicionante a eventos extremos de precipitação em Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 11, 2012.

MANDLA, V. R. Comparative study of NDVI and SAVI vegetação indices in Anantapur district semi-arid areas. **International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)**, v. 8, n. 4, p. 559-566,2017.

MARTINS, R. D. A.; DA COSTA FERREIRA, L. Vulnerabilidade, adaptação e risco no contexto das mudanças climáticas. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 11, n. 26, p. 237-251, 2012.

MENDONÇA, F. A. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. **Mercator**. v.9, n.1, p.153-163, 2011.

MENDONÇA, F. Geografia, Geografia física e meio ambiente: Uma reflexão à partir da problemática socioambiental urbana. **Revista da ANPEGE**, v. 5, p. 123-134, 2009.

MENDONÇA, P. C. **Aplicação do Modelo SHALSTAB para Delimitação de Áreas Susceptíveis a Escorregamento no Município de Niterói – RJ**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade de Brasília. Brasília, p. 70. 2017.

MOLION, L. C. B., BERNARDO, S. D. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 17(1), 1-10, 2002.

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

NAMARA, W. G.; DAMISSE, T. A.; TUFA, F. G. Application of HEC-RAS and HEC-GeoRAS model for Flood Inundation Mapping, the case of Awash Bello Flood Plain, Upper Awash River Basin, Oromiya Regional State, Ethiopia. **Modeling Earth Systems and Environment**. 8:1449–1460, 2021.

NASCIMENTO, M.A.L. **Geologia, geocronologia, geoquímica e petrogênese das rochas ígneas cretácicas da província magmática do Cabo e suas relações com as unidades sedimentares da Bacia de Pernambuco, NE do Brasil**. Tese (Doutorado PPGG) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003. 235 p.

NATENZON, C.E. Actualización de índices de vulnerabilidad social frente a desastres a nivel nacional. Informe final. In: **Proyecto ARG19003 - Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático**. Buenos Aires, DNCC-MAYDS/ PNUD, febrero, 2022. 95 p.

NATENZON, C.E.; BESALÚ PARKINSON, A.V.S. ¿Por qué continúa la naturalización de los desastres? Algunas indagaciones desde una perspectiva de la vulnerabilidad social y el Derecho. **Rev. C&Trópico**, 45 (2), 163-170, 2021.

NATENZON, C.E.; DÍAZ, R.C. **Lógica de análisis para la evaluación de riesgos**. En: **Mapa de vulnerabilidad social en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Aportes para la evaluación del riesgo. Informe final**. Buenos Aires, FUNPRECIT/ DGGE-GCABA, marzo de 2007; 122 p. y anexo.

NATENZON, C.E.; FUNTOWICZ, S. Ciencia, gobierno y participación ciudadana. In: CEREZO, J.A.L. (Ed). **La democratización de la ciencia y la tecnología** (pp. 51-76). San Sebastián: Colección Poliedro-Ciencia, tecnología, cultura y sociedad, 2003.

NUNES, E.D.; BORBA, L.L. Avaliação dos efeitos do adensamento urbano na dinâmica hidrológica de bacias hidrográficas - Aparecida de Goiânia - GO. **Boletim Goiano de Geografia (online)**, v. 38, n 2, p. 428-449, 2018.

O'RIORDAN, T. Precautionary Principle. In: TOLBA, M.k. (Ed.). **Encyclodia of Global Environmental Change**. Vol.4, Chichester, UK: John Wiley, 2002.

OLÍMPIO, J. L. S.; ZANELLA, M. E. Riscos naturais: conceitos, componentes e relações entre natureza e sociedade. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 40, p. 94-109, 2017.

OLIVEIRA JUNIOR, E. C. Desafios na Gestão de Florestas Urbanas: comportamentos de degradação na reserva Mata do Passarinho (Olinda – PE). **Ciência e Natura**, v. 37 n. 4, 514-524, 2015.

O'LOUGHLIN, E. M. Prediction of surface saturation zones in natural catchments by topographic analysis. **Water Resources Research**, 22(5): 794-804, 1986.

PAGANELLI, T. A Noção de Estado e de Tempo. **Revista Orientação**, 6, 21-38, 1985.

PEREIRA, T. M.; LISTO, F. L. R. Análise da vulnerabilidade a escorregamentos no município de Camaragibe-PE como subsídio à gestão de riscos. **GeoPUC**, v. 15, 2023.

PESSÔA, A. L. C. B. **Percepção de risco em áreas de população vulnerável a desastres ambientais: estudo de caso no bairro da Bomba do Hemetério - Recife**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Geografia) – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2022. 68p.

PERNAMBUCO. **Pernambuco Tridimensional (PE3D)**. Secretaria de Desenvolvimento Econômico. [S.I.]. 2016.

PERNAMBUCO. SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (CPRH). **Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Beberibe, Pernambuco**. Recife: A Secretaria, 2008. 69P.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO; IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; FJP – FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal brasileiro**. Brasília: Pnud; IPEA; FJP, 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/#home>. Acesso em: 01 de abril de 2024.

PROJETO MAPBIOMAS – **Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, acessado em 20/02/2024 através do link: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>.

RENAUD, F. G.; SUDMEIER-RIEUX, K.; ESTRELLA, M. **The role of the ecosystem in disaster risk reduction**. Paris: UN University Press, 2013. 486p.

ROBIROSA, M.; CARDARELLI, G.; LAPALMA, A. **Turbulencia y planificación social: lineamientos metodológicos de gestión de proyectos sociales desde el estado**. Buenos Aires: Siglo Veintiuno de España Editores, 1 ed., 1990. 142 p.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7ª edição, Uberlândia, Editora UFU. 2009. 264p.

ROUSE, J. W. J. et al. **Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation (Green Wave Effect) of Natural Vegetation.** Final Rep. RSC 1978–4, Remote Sensing Center, Texas A&M Univ., Texas, 1, 1974.

SANTOS, H. G. [et al.]. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5 ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; DOS ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; LIMA, H. N. MARQUES, F. A. **Proposta de atualização da 5ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2023. 141p.

SANTOS, F. A.; OLIVEIRA, M. L. Avaliação da diversidade vegetal da restinga de Barra de Jangada, Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. **Biotemas**, 33(4), 23-35, 2020.

SECRETARIA NACIONAL DE PERIFERIAS/MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Guia para elaboração de Planos Municipais de Redução de Riscos.** Apontamentos técnicos para inovações metodológicas. Brasil: Ministério das Cidades, 2024. 56p.

SELBY, M.J. **Hillslope materials and processes.** Oxford University Press, New York, p. 45-116, 1993.

SERVAIN, J.; LUKAS, S. **Climatic Atlas of the Tropical Wind Stress and Sea Surface Temperature 1985-1989.** Institut Français de Recherch pour l'Exploitation de la Mer, 1990. 143 p.

SIDLE, R.C., PEARCE, A.J., O'LOUGHLIN, C.L. (1985). **Hillslope stability and land use.** Washington: American Geophysical Union, 1985. 140p.

SILVA JUNIOR, M. A. B.; CÂMARA, C. P. S.; FONSECA NETO, G. C.; CABRAL, J. J. S. P. Avaliação dos Indicadores de Fragilidade do Sistema de Drenagem Urbana de um Bairro em Olinda – PE. **XII ENAU - ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS.** Maceió, AL, 1-10, 2018.

SILVA, A. S.; SILVA, E. M.; LEAL JUNIOR, J. B. V.; SALES, D. C.; MOURA, I. J. M.; ALVES, J. M. B. Distúrbios Ondulatórios de Leste no Nordeste Brasileiro: Um Estudo de Caso Utilizando Modelagem Numérica de Mesoescala. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 3 (Suplemento), 637 649, 2021.

SILVA, A.R.; SANTOS, V.M.N. O papel da participação social na Redução de Riscos de Desastres no Brasil. **Labor & Eng.**, 16, 1-14, 2022.

SOUZA, K. R. G.; LOURENÇO, L. A evolução do conceito de risco à luz das ciências naturais e sociais. **Territorium**, n. 22, p. 31-44, 2015.

SOUZA, B. V.; DIAS, C. P.; PEREIRA, J. V. M.; BARBOSA, T. F.; ARGÔLO, E. D. Utilização de Imagens Infravermelhas do Satélite Sentinel para o Cálculo de Vazões na Bacia Hidrográfica Urbana, pelo Método Racional: Caso do Córrego São Silvestre, Anápolis-GO. RECIEC - **Revista Científica de Engenharia Civil**, v. 06, n. 02, 1-16. 2023.

SULAIMAN, S.N.; NOGUEIRA, F.R.; CARVALHO, C.S.; COUTINHO, S.M.V.; LEITE, M.A.B.; MOURA, R.B. DA TEORIA À PRÁTICA. Como evoluíram as visões e as aplicações sobre a Gestão de Riscos e Desastres.

In: **GIRD+10: caderno técnico de gestão integrada de riscos e desastres**. Coordenação: Sulaiman, S.N. 1. ed. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, 2021.

SUZUKI, E.H.; LOFRANO, F.C.; KUROKAWA, F.A.; PRADO, R.T.A.; LEITE, B.C.C. Decision-making process for thermal comfort and energy efficiency optimization coupling smart-window and natural ventilation in the warm and hot climates. **Energy and Buildings**, v. 266, 2022.

SBROGLIA, R. M.; PORATH, P.; HENRI M.; HIGASHI, R. A. R.; OLIVEIRA, F. H. Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Deslizamentos Translacionais com o Uso da Ferramenta ASA - Automatic Shalstab Analysis. **Anais da XII Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**. Florianópolis: [s.n.]. 2017.

TIBÚRCIO, L. H.; CORRÊA, M. P. Análise da vulnerabilidade da microrregião de Itajubá por meio do IVG com vistas à mitigação dos impactos causados pelas mudanças climáticas. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, p. 123-139, 2012.

TOMINAGA, L. K. Análise e mapeamento de risco. In: TOMINAGA, L. K.; SANTARO, J.; AMARAL, R. (Org.) **Desastre Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p.147 -160.

TOPAN, J. G. O. **Caracterização Tectono-estratigráfica da Sub-bacia Olinda, Bacia Paraíba e Embasamento Adjacentes, NE do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. 129p.

TREJO-RANGEL, M.A.; MARCHEZINI, V.; RODRIGUEZ, D.A.; OLIVEIRA, M. S. Participatory 3D model to promote intergenerational engagement for disaster risk reduction in São Luiz do Paraitinga, Brazil. **Disaster Prevention and Management**, 30, 308-326, 2021.

TUCCI, C.E.M.; BERTONI J. C. (Org). **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: ABRH, 2003, 150 p.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. da M. **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2001. 558 p.

UNDRR. **Implementing the Sendai Framework**. New York: United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2015. Recuperado de <https://www.unrr.org/implementing-sendai-framework>. (Consulta: 09-02-2023)

UNEP. **Annual Report 2022**. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/annual-report-2022>. Acesso em 07/04/2024.

UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). **Global assessment report on disaster risk reduction: Risk and poverty in a changing climate.** Geneva, Switzerland: Author, 2009.

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.

VALENÇA, L. M. M. **Geologia e recursos minerais da Folha Itamaracá, SB.25-Y-C-VI Estados de Pernambuco e da Paraíba: texto explicativo.** Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2017. 50p.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal.** Rio de Janeiro: IBGE - Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.

VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.** São Paulo, Contexto, 2001.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. O risco, o risco: Definições e vulnerabilidades do risco. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.** Trad.Dilson Ferreira. São Paulo: Contexto, 23-80, 2007.

VICTOR, C. Periodismo y reducción de riesgos de desastres: un paso más allá de la tragedia anunciada. In: AMARAL, Márcia Franz; ASCENIO, Carlos Lozano (Orgs.). **Periodismo y Desastres - Múltiples Miradas.** V. 1, 1 ed. Barcelona: Editorial UOC, 2019. p. 165-184.

VITAL, L. A. B; ALVES, K. M. A. S. ; PEREIRA. E.C. Horto del Rey (Olinda? PE) problema sócio-ambiental em área ver urbana. **VII Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia**, Belo Horizonte, 2008.

XAVIER, J. P. S. **Erosão pluvial e escorregamentos no estado de Pernambuco: áreas de ocorrências, unidades de paisagem e banco de dados geográficos.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

XIMENES, E. F.; MONTEZUMA, R.; SATO, A. M. Gestão participativa de riscos de desastres: o sistema de alerta e alarme de base comunitária do Cardinót, Nova Friburgo, RJ. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 3904-3916, 2017.

ANEXOS

Para uma melhor organização, os anexos estão organizados e numerados de acordo com os capítulos que estão contidos no relatório.

Anexo 2.1:

Lista de pré-setores de risco em ordem numérica sequencial.

PROCESSO	BAIRRO	NÚMERO DO PRÉ-SETOR
INUNDAÇÃO	SANTA TERESA	1
INUNDAÇÃO	SANTA TERESA	2
INUNDAÇÃO	SANTA TERESA	3
INUNDAÇÃO	SANTA TERESA	4
INUNDAÇÃO	SANTA TERESA	5
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	6
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	7
INUNDAÇÃO	SALGADINHO	8
INUNDAÇÃO	SALGADINHO	9
INUNDAÇÃO	SALGADINHO	10
INUNDAÇÃO	SÍTIO NOVO	11
INUNDAÇÃO	SÍTIO NOVO	12
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	13
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	14
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	15
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	16
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	17
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	18
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	19
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	20
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	21
INUNDAÇÃO	VARADOURO	22
INUNDAÇÃO	VARADOURO	23
INUNDAÇÃO	VARADOURO	24
INUNDAÇÃO	VARADOURO	25
INUNDAÇÃO	VARADOURO	26

INUNDAÇÃO	VARADOURO	27
INUNDAÇÃO	VARADOURO	28
INUNDAÇÃO	VARADOURO	29
INUNDAÇÃO	VARADOURO	30
DESLIZAMENTO	GUADALUPE	31
DESLIZAMENTO	GUADALUPE	32
DESLIZAMENTO	BONSUCESSO	33
DESLIZAMENTO	GUADALUPE	34
DESLIZAMENTO	BONSUCESSO	35
DESLIZAMENTO	AMARO BRANCO	36
DESLIZAMENTO	AMARO BRANCO	37
DESLIZAMENTO	MONTE	38
DESLIZAMENTO	MONTE	39
DESLIZAMENTO	MONTE	40
DESLIZAMENTO	MONTE	41
DESLIZAMENTO	MONTE	42
DESLIZAMENTO	MONTE	43
DESLIZAMENTO	MONTE	44
DESLIZAMENTO	MONTE	45
DESLIZAMENTO	MONTE	46
DESLIZAMENTO	MONTE	47
DESLIZAMENTO	MONTE	48
DESLIZAMENTO	ALTO DA NAÇÃO	49
DESLIZAMENTO	GUADALUPE	50
DESLIZAMENTO	ALTO DA NAÇÃO	51
DESLIZAMENTO	ALTO DA NAÇÃO	52
DESLIZAMENTO	ALTO DA NAÇÃO	53
DESLIZAMENTO	ALTO DA NAÇÃO	54
INUNDAÇÃO	MONTE	55
INUNDAÇÃO	MONTE	56
DESLIZAMENTO	FRAGOSO	57
DESLIZAMENTO	FRAGOSO	58
DESLIZAMENTO	FRAGOSO	59

DESLIZAMENTO	Fragoso	60
DESLIZAMENTO	Fragoso	61
INUNDAÇÃO	CASA CAIADA	62
INUNDAÇÃO	Fragoso	63
INUNDAÇÃO	Fragoso	64
INUNDAÇÃO	Fragoso	65
INUNDAÇÃO	Fragoso	66
INUNDAÇÃO	Fragoso	67
INUNDAÇÃO	Fragoso	68
INUNDAÇÃO	Fragoso	69
DESLIZAMENTO	Fragoso	70
DESLIZAMENTO	Fragoso	71
INUNDAÇÃO	Fragoso	72
DESLIZAMENTO	Fragoso	73
DESLIZAMENTO	Fragoso	74
DESLIZAMENTO	Fragoso	75
INUNDAÇÃO	Fragoso	76
INUNDAÇÃO	Fragoso	77
INUNDAÇÃO	Fragoso	78
INUNDAÇÃO	Fragoso	79
INUNDAÇÃO	Fragoso	80
INUNDAÇÃO	Fragoso	81
INUNDAÇÃO	Fragoso	82
DESLIZAMENTO	JARDIM ATLÂNTICO	83
DESLIZAMENTO	JARDIM ATLÂNTICO	84
INUNDAÇÃO	JARDIM ATLÂNTICO	85
INUNDAÇÃO	JARDIM ATLÂNTICO	86
INUNDAÇÃO	JARDIM ATLÂNTICO	87
INUNDAÇÃO	JARDIM ATLÂNTICO	88
INUNDAÇÃO	JARDIM ATLÂNTICO	89
INUNDAÇÃO	JARDIM ATLÂNTICO	90
INUNDAÇÃO	RIO DOCE	91
INUNDAÇÃO	RIO DOCE	92

INUNDAÇÃO	RIO DOCE	93
INUNDAÇÃO	RIO DOCE	94
INUNDAÇÃO	RIO DOCE	95
INUNDAÇÃO	TABAJARA	96
DESLIZAMENTO	TABAJARA	97
DESLIZAMENTO	ZONA RURAL	98
INUNDAÇÃO	ZONA RURAL	99
DESLIZAMENTO	ZONA RURAL	100
DESLIZAMENTO	OURO PRETO	101
DESLIZAMENTO	OURO PRETO	102
DESLIZAMENTO	OURO PRETO	103
DESLIZAMENTO	OURO PRETO	104
INUNDAÇÃO	OURO PRETO	105
DESLIZAMENTO	OURO PRETO	106
INUNDAÇÃO	OURO PRETO	107
INUNDAÇÃO	OURO PRETO	108
DESLIZAMENTO	OURO PRETO	109
INUNDAÇÃO	OURO PRETO	110
DESLIZAMENTO	OURO PRETO	111
DESLIZAMENTO	OURO PRETO	112
INUNDAÇÃO	OURO PRETO	113
INUNDAÇÃO	OURO PRETO	114
DESLIZAMENTO	OURO PRETO	115
INUNDAÇÃO	OURO PRETO	116
INUNDAÇÃO	JARDIM BRASIL	117
INUNDAÇÃO	JARDIM BRASIL	118
INUNDAÇÃO	JARDIM BRASIL	119
INUNDAÇÃO	JARDIM BRASIL	120
INUNDAÇÃO	OURO PRETO	121
INUNDAÇÃO	JARDIM BRASIL	122
INUNDAÇÃO	JARDIM BRASIL	123
INUNDAÇÃO	OURO PRETO	124
INUNDAÇÃO	JARDIM BRASIL	125

INUNDAÇÃO	JARDIM BRASIL	126
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	127
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	128
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	129
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	130
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	131
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	132
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	133
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	134
INUNDAÇÃO	SAPUCAIA	135
INUNDAÇÃO	AGUAZINHA	136
INUNDAÇÃO	AGUAZINHA	137
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	138
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	139
INUNDAÇÃO	AGUAZINHA	140
INUNDAÇÃO	AGUAZINHA	141
INUNDAÇÃO	AGUAZINHA	142
DESLIZAMENTO	AGUAZINHA	143
DESLIZAMENTO	ZONA RURAL	144
DESLIZAMENTO	ZONA RURAL	145
DESLIZAMENTO	SAPUCAIA	146
DESLIZAMENTO	AGUAZINHA	147
DESLIZAMENTO	SAPUCAIA	148
INUNDAÇÃO	SAPUCAIA	149
DESLIZAMENTO	SAPUCAIA	150
INUNDAÇÃO	SAPUCAIA	151
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	152
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	153
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	154
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	155
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	156
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	157
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	158

DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	159
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	160
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	161
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	162
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	163
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	164
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	165
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	166
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	167
INUNDAÇÃO	CAIXA D'ÁGUA	168
INUNDAÇÃO	CAIXA D'ÁGUA	169
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	170
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	171
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	172
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	173
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	174
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	175
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	176
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	177
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	178
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	179
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	180
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	181
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	182
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	183
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	184
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	185
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	186
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	187
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	188
DESLIZAMENTO	PASSARINHO	189
DESLIZAMENTO	PASSARINHO	190
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	191

DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	192
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	193
DESLIZAMENTO	PASSARINHO	194
INUNDAÇÃO	PASSARINHO	195
DESLIZAMENTO	PASSARINHO	196
INUNDAÇÃO	PASSARINHO	197
DESLIZAMENTO	PASSARINHO	198
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	199
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	200
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	201
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	202
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	203
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	204
INUNDAÇÃO	ALTO DA BONDADE	205
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	206
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	207
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	208
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	209
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	210
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	211
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	212
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	213
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	214
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	215
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	216
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	217
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	218
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	219
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	220
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	221
DESLIZAMENTO	ALTO DO SOL NASCENTE	222
DESLIZAMENTO	ALTO DO SOL NASCENTE	223
DESLIZAMENTO	ALTO DO SOL NASCENTE	224

DESLIZAMENTO	ALTO DO SOL NASCENTE	225
DESLIZAMENTO	ALTO DA CONQUISTA	226
DESLIZAMENTO	ALTO DA CONQUISTA	227
DESLIZAMENTO	ALTO DA CONQUISTA	228
DESLIZAMENTO	ALTO DA CONQUISTA	229
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	230
DESLIZAMENTO	ALTO DA CONQUISTA	231
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	232
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	233
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	234
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	235
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	236
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	237
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	238
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	239
DESLIZAMENTO	ÁGUAS COMPRIDAS	240
INUNDAÇÃO	ÁGUAS COMPRIDAS	241
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	242
INUNDAÇÃO	PEIXINHOS	243
DESLIZAMENTO	CAIXA D'ÁGUA	244
DESLIZAMENTO	ALTO DO SOL NASCENTE	245
INUNDAÇÃO	PASSARINHO	246
DESLIZAMENTO	ZONA RURAL	247
DESLIZAMENTO	ALTO DA BONDADE	248

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

Anexo 3.1:

Certificado do seguro aeronáutico obrigatório – RETA.

MAPFRE SEGUROS GERAIS S.A.				
CERTIFICADO DE SEGURO AERONÁUTICO				
MAPFRE				
SEGURO DE RESPONSABILIDADE CIVIL DO EXPLORADOR OU TRANSPORTADOR AÉREO (RETA)				
RAMO: 1597	PRODUTO: 352	PROCESSO SUSEP - 15414.900644/2018-42	PROPOSTA Nº:	352/4032
VIGÊNCIA:	À PARTIR DAS 24:00 HORAS DO DIA:	25/04/2024	ATÉ AS 24:00 HORAS DO DIA:	25/04/2025
CERTIFICAMOS QUE PELA PROPOSTA ACIMA INDICADA, O (A) SEGURADO (A)		UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO		
ENDERECO		Nº	CEP	UF
AV PROF MORAES REGO, 1235 LOGRADOURO AV PROF MORAES REGO		1235	50.670-420	PE
BAIRRO	CIDADE	OPERADOR	CNPJ	
CID UNIVERSITARIA	RECIFE	RODRIGO MIKOZ GONÇALVES	018.276.459-11	
E COM CÓDIGO NACIONAL DE PESSOA JURÍDICA (CNPJ) E/OU CPF Nº		24.134.488/0001-08		
DADOS DA AERONAVE				
PREFIXO	FABRICANTE	MODELO	ANO	Nº DE SÉRIE
PP-538025617	DJI	MAVIC 3 E	2022	1581F5FHD23AL00DU7Q8
UTILIZAÇÃO	PERIMETRO DE COBERTURA			
11A - DRONE	TERRITÓRIO BRASILEIRO			
CADASTRO ANATEL	CADASTRO ANAC	CLASSE DO DRONE		
15369-22-07248	PP-538025617	Até 25 kgs		
QUADRO DE COBERTURAS				
COBERTURAS		LIMITES MÁXIMOS DE INDENIZAÇÃO		
3	COBERTURA BÁSICA Nº 03 - DANOS PESSOAIS E/OU DANOS MATERIAS, CAUSADOS A TERCEIROS NÃO TRANSPORTADOS, NA SUPERFÍCIE	R\$	98.815,45	
		Total de Cobertura Básica Nº 03:	R\$	98.815,45
4	COBERTURA BÁSICA Nº 04 - ABALROAMENTO			
4.1. - (I) Por Pessoa Vítimada em aeronaves abalroadas	R\$ 197.630,93	por pessoa vitimada		
4.2. - (II) Bagagens por Passageiro/Tripulante em aeronaves abalroadas	R\$ 8.469,77	por bagagem de passageiro/tripulante		
4.3. - (III) Carga Despachada (por quilo) em aeronaves abalroadas	R\$ 166,04	por quilo		
4.4. - (IV) Danos causados à terceiros, na superfície, pelas aeronaves abalroadas até 1.000k	R\$ 197.630,93	R\$ 197.630,93 por ocorrência		
4.5. - (V) Danos causados à terceiros, na superfície, pelas aeronaves abalroadas acima 1.000k	(R\$ 5,71 por Kilo em excesso a 1.000kg)	(R\$ 5,71 por Kilo em excesso a 1.000kg)		
4.6. - (VI) Danos causados a aeronaves abalroadas	R\$ 197.630,93	por aeronave abalroada		
4.7. - (V) Prejuízos financeiros e Lucros cessantes de privação das aeronaves abalroadas	R\$ 6.823,30	por aeronave abalroada		
LMG - LIMITE MÁXIMO DE GARANTIA	R\$ 707.167,35	FORMA DE PAGAMENTO	À VISTA	
PRÉMIO LIQUIDO	R\$ 440,00	PRÉMIO TOTAL	QUITADO	
ESTE CERTIFICADO DE SEGURO SOMENTE SERÁ VÁLIDO MEDIANTE COMPROVAÇÃO DE PAGAMENTO DO RESPECTIVO SEGURO.				
OBSERVAÇÕES GERAIS				
As Condições Gerais deste produto encontram-se no portal www.mapfre.com.br , na área Condições Gerais AS CONDIÇÕES CONTRATUAIS / REGULAMENTO DESDE PRODUTO PROTOCOLIZADAS PELA SOCIEDADE/ENTIDADE JUNTO À SUSEP PODERÃO SER CONSULTADAS NO ENDEREÇO ELETRÔNICO WWW.SUSEP.GOV.BR OU LINK HTTP://SUSEP.GOV.BR/MENU/SERVICOS-AO-CIDADO/SISTEMA-DE-CONSULTA-PUBLICA-DE-PRODUTOS , ATRAVÉS DO NÚMERO DE PROCESSO CONSTANTE DA APOLICE/PROPOSTA. O segurado poderá consultar a situação cadastral de seu corretor de seguros, no site www.susep.gov.br , por meio do número de seu registro na SUSEP, nome completo, CNPJ ou CPF. O registro desde pleno na SUSEP não implica, por parte da Autarquia, incentivo ou recomendação a sua comercialização. SUSEP - Superintendência de Seguros Privados - Autarquia Federal responsável pela fiscalização, normatização e controle dos mercados de seguro, previdência complementar aberta, capitalização, resseguro e corretagem de seguros." Número de telefone gratuito de atendimento ao público SUSEP: 0800 0218484 (atendimento exclusivo ao consumidor de todo Brasil) Em atendimento à Lei 12.741/12 informamos que incidem as alíquotas de 0,65% de PIS/PASEP e de 4% de COFINS sobre os prêmios de seguros, deduzidos do estabelecido em legislação específica. Informações sobre pagamento: O adiantamento do prêmio de seguro não vincula a aceitação da presente proposta, sendo facultado à Seguradora, dentro do prazo de 15 (quinze) dias, recusá-la ou aceitá-la. Em caso de recusa, o prêmio pago, ao título de adiantamento, será devolvido através de cheque nominal ao Proponente. Na ocorrência de sinistro, o Segurado que estiver em mora na data da ocorrência, perderá o direito a garantia do risco e eventual indenização.				
		Carlos Eduardo Mamede Polizio		
		Christianne V.F. Santos		
MAPFRE SEGUROS GERAIS S.A. Corretor: EMISSÃO SEM CORRETOR End. Corretor:		CNPJ: 61.074.175.0001-38 Cód. SUSEP: Tel:		
MAPFRE Seguros Geral S.A. - CNPJ 61.074.175/0001-38 SAC - Central de Atendimento aos Clientes: 0800 775 4545 Central de Atendimento aos Deficientes Auditivos ou de Fala: 0800 775 5045 Ouvidoria: 0800 775 1079 / Ouvidoria para Deficientes Auditivos ou de Fala: 0800 692 7373 A Ouvidoria poderá ser acionada para atuar na defesa dos direitos dos consumidores, para prevenir, esclarecer e solucionar conflitos não atendidos pelos canais de atendimento habituais.				

Fonte: MAPRE Seguros (2024).

Anexo 3.2:

Lista de presença do Comitê Gestor Municipal e Equipe Técnica da UFPE na reunião de definição logística dos trabalhos de campo do PMRR.



- ✓ PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO (PMRR) DOS MUNICÍPIOS DE JABOATÃO DOS GUARARAPES/PE E OLINDA/PE.
- ✓ REUNIÃO COM AS PREFEITURAS PARA ALINHAMENTO DE DETALHES DE ATUAÇÃO EM CAMPO.
- ✓ LISTA DE PRESENÇA.

Cidade: Olinda-PE Data: 10/04/2024 Hora de início: 14:20

Hora fim: 16:00 Número de participantes presentes: 16

Mediator: Prof. Fabrício Lobo

Equipe docente e discente: Prof. Fabrício Lobo, Prof. Raissa, Prof. Rodrigo (Dobente),
Victoria Melquizedek

Ao assinar a lista de presença, você concorda com a divulgação e utilização de fotos de sua imagem capturadas durante a reunião.

NOME COMPLETO	SETOR QUE REPRESENTA	NÚMERO DE TELEFONE
Enussilene Soares	Dir. Portaria Operacional	99209-8556
Dra. Décio Fabrício J. Pinto	DIRETOR OPERACIONAL	99994-9886
Eduardo Kelly Souza da Cunha	Engenheiro Defesa Civil	98633-5790
Grazielly Brito da Silva	SEDC	99235-1114
Thaisa F. Lemos de Melo Bordon	PMRR/UFPE	98835-1805
José D'ODATO de Souza	SEDE	988616365
Givanildo Xavier S. Luvim	SEDC	99320-5329
Ivamildo Francisco O. C. Neto	SEDC	(81) 991687085
Alejandra Freire	Dir. Portaria Operacional (81) 995221353	
Fabrício de Lucca Ribeiro	UFPE	981828938
Rodrigo M. Kozl Gonzales	UFPE	81 995181746
Victoria Regina da S. Cruz	UFPE	81 98319-9049
Melquizedek Guizhon Nunes Rondon	UFPE	(81) 99104-0904
Solanda Moiás	Defesa Civil (SEDER)	(81) 992994352 (912299352)
Tatiana Bezerra	Dir. Portaria Operacional	81 992656468
Ana Cláudia Ponteze	Secretaria Executiva da Saúde	81 995138885
Denilson Campos Silva de Lima	Defesa Civil Olinda	81 986568886

1

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).



Departamento de
Mitigação e
Prevenção de Risco

Secretaria
Nacional de
Periferias

Ministério das
Cidades



Anexo 5.1:

Lista de presença da capacitação de técnicos da prefeitura em mapeamento e análise de áreas de risco a processos geológicos e hidrológicos no estado de Pernambuco (primeiro dia/página 1).



PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO (PMRR) DOS MUNICÍPIOS DE JABOTÁO DOS GUARARAPES/PE E OLINDA/PE.

LISTA DE PRESENÇA DA CAPACITAÇÃO (DIA 1)

NOME COMPLETO	CPF	E-MAIL
Tatiana B. da Silva	040.111.344-22	tatiambregenna977@gmail.com
João Henrique de Andrade Silva	076248094-78	JH5402201992@gmail.com
Serilo de Faria Leite Manna	987.769.244-91	serilo.de.faria21m01@gmail.com
Rodrigo M. Kosz Gaudus	018276459-11	rodrigo.m.kosz@ufpe.br
Wiliane Alves Brasiliano	043.365.374-45	wiliane.tec0@gmail.com
Marcelo Vieira Pessoa	463.227.364/34	celopessoa2011@hotmail.com
Marianna Regina C. de Freitas	090.076.154-75	marianna.regina@ufpe.br
Messanice queiróz	028386072.05	messanice.queiroz@grau.com
Graue Kelly S. de Carvalho	065.846.234-24	graue_kelly@hotmail.com
Ciramilda Xavier S. S. Júnior	120.112.414-05	gjxunior98@hotmail.com
Lígia Socorro Alcântara Ferreira	051.005.894-93	ligris.alcantara@ufpe.br
Sandy Américo Bernardo	070.800.603-54	sandybernardo932@gmail.com
Georgina Neri da silva	102.972.204-89	georginelli_neri29@hotmail.com
Maria VICTÓRIA M. DE ALBUQUERQUE	116.460.004-47	VICTORIALBUQUERQUE.BIANGUE@outlook.com
Amanda M. F. Andrade	073.864.444-78	AMANDA_ANDRADE2005@outlook.com
Marília Gabrielle Tomazini	095.435.394-30	MGTQ.TST@Gmail.com
Josmarley Santos Silveira Oliveira	054.002.73408	oliveira.josmarley.defesaerual@brasil.com
Ana Claudia de Farias	096.865.744-33	ANACLAUDIAF22@gmail.com
Caio Mauricio Cunha Oliveira	703.762.684-19	caiomauricio64@gmail.com
José Júnior da Silva	122.391.194-05	Juli.Silva3821@UFPE.br
Edila Dourado Oliveira	666.777.874-86	EDILADOURADO@Gmail.com
João Lucas Marques Soárez	132.578.834-79	joao_soarez@ufpe.br
Abimael dos Reis de Melo Baldan	053.478.024-14	abimaelbaldan@hotmail.com
Ivanna Núñez Montenegro Silveira	096.219.244-99	ivanna.monteraza@ufpe.br
Joana G. C. do Nascimento	099.612.904-96	JOANA.CARTAS@UFPE.BR
Caio Rodrigo Gomes	702.660.884-30	caio.rodrigogomes@ufpe.br
Marcelo J. Correia	709.119.414-94	MARCEL.JCORREIA@UFPE.BR
Danielle G. S. Listo	039.413.594-60	danielle.listo@ufpe.br

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).



Anexo 5.1:

Lista de presença da capacitação de técnicos da prefeitura em mapeamento e análise de áreas de risco a processos geológicos e hidrológicos no estado de Pernambuco (primeiro dia/página 2).

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).

Anexo 5.2:

Lista de presença da capacitação de técnicos da prefeitura em mapeamento e análise de áreas de risco a processos geológicos e hidrológicos no estado de Pernambuco (segundo dia).



PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO (PMRR) DOS MUNICÍPIOS DE JABOTÁO DOS GUARAPES/PE E OLINDA/PE.

LISTA DE PRESENÇA DA CAPACITAÇÃO (DIA 2)

Lyaer Kelly S. Amorim	Engenharia Civil	grace12 Kelly@hotmail.com
Givanildo Valverde S.S. Ferreira	Engenharia Civil	gjvalverde@hotmail.com
Tatiana B. de S. Silveira	Coordenadora Atendimento	tatiamsilveira77@gmail.com
Dudu Brásiliano	Eng. Civil	
Marcilio U. Passos	Tec. Edif.	
Cleony Soárez Lima	Permeabilidade Balneária	marci17.3@outlook.com.br
Mariana Regis de Oliveira	Pesquisador Biólogo	marianna.regis@ufpe.br
Natácia Pugina et al. S. Cruz	Pesquisador Biólogo	nataciapugina@ufpe.br
Caio Rodrigo Gomes	Pesquisador Biólogo	caio.rodrigo.gomes@ufpe.br
Camila Maran	Pesquisador	camila.rduo@ufpe.br
Jáson Lucas	Pesquisador Biólogo	jason.lucas@ufpe.br
Márcilio Durvalo	Técnico Social	marcito.tsf@gmail.com
Isaura Nunes M. Silva	Pesquisador Biólogo	isairan.munizera@gmail.com
Fábio Donzato	Pesquisador Biólogo	fabiadonzato@gmail.com
Rodrigo Mikosz Gonçalves	Pesquisador	rodrigo.mikosz@ufpe.br
Araia A de Alcântara	Pesquisador	ligen.alcantara@ufpe.br
Melquizedek Barreto Nunes Dantas	Pesquisador Biólogo	melquizedek.dantas@ufpe.br
Joana G. C. do Nascimento	" "	joana.carrasco@ufpe.br
Joézí Teixeira Solla	" "	joeziteixeira3@ufpe.br
Gregória Alves de Sá	Téc. Social de Taboatão	gregoria.alves29@hotmail.com
Sandy Assessor Bernardo	Téc. Social de Taboatão	sandy.bernardo.932@gmail.com
Spiranuy Lopes da Silva Oliveira	Téc. Geógrafo	spiranuy.silva09@gmail.com
Ava Gavina Farias	GERENTE DE PLANEJAMENTO	SDC.GAVINA@UFPE.br
Anderson M. G. Andrade	CHIEF DE NÚCLEO	AMANDA.ANPRADE2008@gmail.com
Thamires Lobo	Comunidade PNR	fabiano.7569@gmail.com
Bruna F. das Neves de Melo Almeida	Pesquisadora	brunafarias.almeida@gmail.com
Naércio M. de Mesquita	Téc. Social - Sec. de Planejamento	naercio.mesquita@ufpe.br

Fonte: ENPLAGEO/GEOTEC (2024).



Anexo 7.1:

Decreto Nº 234/2023, de 27 de dezembro de 2023 (página única, destaque em vermelho).

Pernambuco , 04 de Março de 2024 • Diário Oficial dos Municípios do Estado de Pernambuco • ANO XV | Nº 3542

Atividades e Operações Especiais) e das Subsações, segundo a natureza da despesa, em consonância com os respectivos programas de trabalho fixados na Lei Orçamentária Anual.

Art. 3º A utilização dos recursos que compõem a estrutura de custos das Ações (Projetos, Atividades e Operações Especiais) e das Subsações obedecerão à programação financeira e ao cronograma de execução mensal de desembolso, aprovados pelo Chefe do Poder Executivo Municipal.

Art. 4º A Secretaria da Fazenda exercerá o acompanhamento da execução orçamentária e financeira, visando assegurar a sua realização de acordo com o fluxo financeiro, fixado em cotas bimestrais.

Art. 5º Este decreto entra em vigor na data de sua publicação e retroage seus efeitos a 01 de janeiro de 2024.

Palácio dos Governadores, Gabinete do Prefeito, Olinda, 02 de janeiro de 2024.

LUPÉRCIO CARLOS DO NASCIMENTO

Prefeito Municipal de Olinda

Publicado por:

Myrna Machado Borges

Código Identificador:25DD0BA2

GABINETE DO PREFEITO DECRETO Nº 234/2023

Cria o comite gestor de redução de desastres(CGRD)

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE OLINDA, no uso de suas atribuições legais,

DECRETA:

Art. 1º Fica criado o Comitê Gestor de Redução de Risco de Desastres – CGRRD, no âmbito do Município de Olinda, com o objetivo de planejar, monitorar, acompanhar e apoiar a elaboração do Plano Municipal de Redução de Riscos - PMRR.

Art. 2º O CGRRD será composto por representantes das seguintes Secretarias

- I. Gabinete do Prefeito
 - II. Secretaria de Gestão Urbana
 - III - Secretaria Executiva de Habitação
 - IV - Secretaria de Desenvolvimento Social e Direitos Humanos
 - V- Secretaria Municipal de Obras
 - VI- Secretaria Executiva de Defesa Civil
 - VII- Secretaria de Saúde
 - VIII- Secretaria Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano
 - IX – Secretaria de Educação
 - X – Procuradoria Geral do Município
- Parágrafo Único.O CGRRD poderá convidar, sempre que necessário, outras Secretárias, órgãos e especialistas.

Art. 3º A Coordenação do CGRRD será exercida pelo Secretário Executivo de Defesa Civil

Art. 4ºSão atribuições do CGRRD:

- I – Acompanhar a elaboração do PMRR pela Universidade Federal de Pernambuco;
- II – Disponibilizar dados e informações necessárias à elaboração do PMRR;
- III – Apoiar a Universidade Federal de Pernambuco na mobilização das comunidades em áreas de risco;
- III - realizar reuniões ordinárias e extraordinárias, com intuito de debater as ações necessárias para elaboração do PMRR;
- IV – Participar e apoiar na organização de reuniões e Audiências Públicas no município sobre o PMRR.

Art. 5º As atribuições e responsabilidades dos órgãos integrantes do Comitê Gestor do PMRR (CGPMRR) serão definidas em matriz de responsabilidades, elaborada na primeira reunião do CGPMRR. Parágrafo Único.O Comitê se reunirá ordinariamente uma vez por mês e extraordinariamente, sempre que convocado pelo Coordenador.

Art. 6ºO CGRRD terá vigência de 24 (vinte e quatro) meses e poderá ter suas atividades encerradas após a entrega do Relatório Final do PMRR.

Art. 7ºEste Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Palácio dos Governadores, Gabinete do Prefeito, Olinda, 27 de dezembro de 2023.

LUPÉRCIO CARLOS DO NASCIMENTO

Prefeito Municipal de Olinda

Publicado por:

Myrna Machado Borges

Código Identificador:EDBD4686

GABINETE DO PREFEITO ATO Nº 083/2024

O Prefeito do Município de Olinda, no uso de suas atribuições legais que lhe são conferidas pelo Art. 66, inciso IX da Lei Orgânica do Município, resolve exonerar do cargo de **ASSESSOR ESPECIAL DA PROCURADORIA GERAL DO MUNICÍPIO**, Símbolo CC-2– ANTONIO FERNANDO MENDES DA SILVA, a partir de 01 de fevereiro de 2024.

Palácio dos Governadores, Gabinete do Prefeito, Olinda, em 01 de fevereiro de 2024.

LUPÉRCIO CARLOS DO NASCIMENTO

Prefeito Municipal de Olinda

Publicado por:

Myrna Machado Borges

Código Identificador:E8D135B5

GABINETE DO PREFEITO ATO Nº 084/2024

O Prefeito do Município de Olinda, no uso de suas atribuições legais que lhe são conferidas pelo Art. 66, inciso IX da Lei Orgânica do Município, resolve exonerar do cargo de **DIRETOR DA DIRETORIA DE PROTEÇÃO SOCIAL ESPECIAL DA SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL E DIREITOS HUMANOS**, Símbolo CC-2– FERNANDA BARRETO SILVA FILGUEIRAS, a partir de 01 de fevereiro de 2024.

Palácio dos Governadores, Gabinete do Prefeito, Olinda, em 01 de fevereiro de 2024.

LUPÉRCIO CARLOS DO NASCIMENTO

Prefeito Municipal de Olinda

Publicado por:

Myrna Machado Borges

Código Identificador:1386FFDA

GABINETE DO PREFEITO ATO Nº 086/2024

O Prefeito do Município de Olinda, no uso de suas atribuições legais que lhe são conferidas pelo Art. 66, inciso IX da Lei Orgânica do Município, resolve nomear para o cargo de **DIRETOR DA DIRETORIA ADMINISTRATIVA E FINANCEIRA DA SECRETARIA DE ESPORTE E JUVENTUDE**, Símbolo CC-2– ANTONIO FERNANDO MENDES DA SILVA, Inscrito no CPF/MF sob nº 307.139.434-91, a partir de 02 de fevereiro de 2024.



MÍNISTERO DAS
CIDADES
GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO



Departamento de
Mitigação e
Prevenção de Risco

Secretaria
Nacional de
Periferias

Ministério das
Cidades

