



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO AMBIENTAL**

ROSANGELA MONTEIRO GOMES

**ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS E
AÇÕES DE ADAPTAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO
RECIFE – PERNAMBUCO**

Recife, 2022

ROSANGELA MONTEIRO GOMES

**ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS E
AÇÕES DE ADAPTAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO
RECIFE – PERNAMBUCO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Linha de Pesquisa: Gestão para a Sustentabilidade

Prof^ª. Dr^ª. Maria Tereza Duarte Dutra
Orientadora

Prof^ª. Dr^ª. Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa
Coorientadora

Recife, 2022

G633a Gomes, Rosangela Monteiro.
Análise das ocorrências de eventos hidrológicos extremos e ações de adaptação nos municípios da Região Metropolitana do Recife - Pernambuco. / Rosangela Monteiro Gomes. – Recife, PE: A autora, 2022.
132 f. ; il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Tereza Duarte Dutra
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Ioná M. B. Rameh Barbosa

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, Campus Recife, Coordenação de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Gestão Ambiental, 2022.

Inclui referências e apêndices.
Inclui manual.

1.Hidrologia. 2. Controle de Inundações. 3. Gestão Ambiental. I. Dutra, Maria Tereza Duarte. (Orientadora). II. Barbosa, Ioná M.B. Rameh. (Coorientadora). III. Título.

627.4 CDD (22 Ed.)

ROSANGELA MONTEIRO GOMES

**ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS E
AÇÕES DE ADAPTAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO
RECIFE – PERNAMBUCO**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental.

Data da defesa: 13/ 06/ 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Maria Tereza Duarte Dutra
Orientadora – IFPE – Campus Recife

Prof^ª. Dr^ª. Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa
Coorientadora – IFPE – Campus Recife

Prof^ª. Dr^ª. Marília Regina Costa Castro Lyra
Examinadora Interna – IFPE – Campus Recife

Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva
Examinador Interno – IFPE – Campus Recife

Prof. Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz
Examinador Externo – IFPE - Campus
Cabo de Santo Agostinho

APRESENTAÇÃO

A autora possui cursos técnicos em Saneamento Ambiental e em Química Industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), concluído em 2008 e 2022, respectivamente. É graduada em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo IFPE, em 2013. Possui especialização em Gestão de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade pela Universidade dos Guararapes (UNIGUARARAPES), em 2016. E, cursa o 9º período em Engenharia Ambiental e Sanitária na UNINASSAU.

Trabalhou como Técnica em Saneamento Ambiental e Gestora Ambiental, na empresa ATP Engenharia entre os períodos de 2008 a 2013 e de 2013 a 2018, respectivamente, desenvolvendo Projetos de Desapropriação; Projetos de Proteção Ambiental e Relatórios de Avaliação em Impactos Ambientais.

Atualmente, trabalha como assistente de saneamento na Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), na Gerência de Meio Ambiente (GMA), a qual pertence a Diretoria de Desenvolvimento Sustentável (DDS), desenvolvendo Projetos de Educação Ambiental e Projetos Ambientais para o Desenvolvimento Sustentável. A mesma, também presta consultoria ambiental desenvolvendo atividades, como: solicitação e acompanhamento de licenças ambientais e outorgas; elaboração de planos básicos ambientais; elaboração e implementação de plano de gerenciamento de resíduos sólidos e elaboração de estudos e relatórios de impactos ambientais.

Portanto, a formação acadêmica e a experiência profissional descrita acima, com foco na gestão de recursos hídricos, deram base para o desenvolvimento da pesquisa de mestrado.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), pela oportunidade de realizar os estudos propostos, no Programa de Pós-graduação em nível de Mestrado Profissional em Gestão Ambiental.

Aos professores que fazem parte do Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do IFPE, campus Recife, pelos conhecimentos transmitidos ao longo do curso.

A minha querida orientadora a Profa. Dra. Maria Tereza Duarte Dutra por me direcionar com paciência, sabedoria e entusiasmo, realizando discussões e transmitindo conhecimentos de grande valia para desenvolvimento desta pesquisa.

A minha coorientadora Profa. Dra. Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa que me proporcionou adquirir conhecimentos na área de geoprocessamento que apoiaram a pesquisa.

Aos membros da banca examinadora Prof^ª. Dr^ª. Marília Regina Costa Castro Lyra, Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva e Prof. Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz, pelas contribuições que enriqueceram a dissertação.

Aos meus amigos e amigas do Mestrado Profissional em Gestão Ambiental da turma 2020.1 pela vivência, mesmo que de forma remota, pela amizade edificada e pelo comprometimento mútuo.

A Enila do Nascimento Barbosa por nos ensinar a ser persistente (*in memoriam*).

A gestora ambiental, Mônica Valéria Gomes Barbosa, pelo apoio e parceria na diagramação do Manual de difusão e acompanhamento das ações de adaptação às ocorrências de eventos hidrológicos extremos na RMR, em Pernambuco.

A minha mãe Rosália Monteiro Gomes que é minha base e minha fortaleza, por todo ensinamento e pela amiga presente que é em minha vida. Aos meus irmãos, Júlio Cesar Monteiro Gomes, Gissieri Monteiro Gomes, Reynaldo dos Santos e Rogério dos Santos (*in memoriam*), pelo carinho, incentivo e amizade.

Ao meu querido esposo, Manoel dos Santos Ramos, e ao meu amado filho Ramon Gomes Ramos pelo companheirismo e por tudo que vivemos e alcançamos juntos. Agradeço também pela compreensão nos momentos em que estive ausente.

Aos meus queridos sobrinhos e sobrinhas Israely, Israel, Rayssa, Caio, Rayane, Caylane, Caique, Gabriel, Deyvison, Aycha e Rayllane pelo carinho e admiração.

A Deus por trilhar todos os meus caminhos e proporcionar sabedoria para discernir o certo do errado.

“A natureza é o único livro que oferece um conteúdo valioso em todas as suas folhas.”

(Johann Goethe)

RESUMO

As mudanças climáticas proporcionam a ocorrência de desastres, principalmente em locais com ocupações irregulares, trazendo muitas vezes efeitos irreversíveis. Diante deste cenário, esta pesquisa teve como principal objetivo analisar as ocorrências de eventos hidrológicos extremos e ações de adaptação nos municípios da Região Metropolitana do Recife (RMR) de Pernambuco, tendo como base o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 (ODS 13) da Agenda 2030 da ONU (2015), que trata das Ações Contra a Mudança Global do Clima. Neste sentido, foram levantados dados oficiais referentes ao desempenho dos 14 municípios da RMR em relação à meta 13.1 do ODS 13, com seus respectivos indicadores 13.1.1 (número de mortes, pessoas desaparecidas e pessoas diretamente afetadas atribuído a desastres por 100 mil habitantes) e 13.1.3 (proporção de governos locais que adotam e implementam estratégias locais de redução de risco de desastres em linha com as estratégias nacionais de redução de risco de desastres). A RMR é composta por 14 municípios: 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, abrangendo uma área de 2.764,26 km². Os procedimentos metodológicos adotados, constituíram-se de levantamento primário a partir das visitas técnicas à área de estudo e de informações secundárias adquiridas nos sítios eletrônicos dos órgãos oficiais pertencentes as esferas federais, estaduais e municipais, como: IBGE, EMBRAPA, MDR, APAC, CPRH e prefeituras municipais. Na sequência, os dados foram tabulados numa planilha eletrônica, com o auxílio do software Excel 2016, e analisados em conjunto. Já para a confecção dos mapas temáticos foram realizados *downloads* de dados vetoriais, raster, de superfícies (Modelo Digital de Superfície) em sítios eletrônicos oficiais, correspondentes aos condicionantes ambientais dos municípios pertencentes a RMR, e, posteriormente ocorreu o tratamento dos dados no software QGIS 3.16. A partir dos dados obtidos, foi possível identificar os efeitos das mudanças climáticas associadas as ocorrências dos eventos hidrológicos extremos na área analisada para elaborar a matriz de desempenho dos municípios em relação ao Índice em Níveis de Sustentabilidade, destacando que dentre os quatorze municípios estudados 35,71% foram classificados como ameaçado, sendo estes: Araçoiaba, Camaragibe, Ilha de Itamaracá, Itapissuma e Ipojuca. Já 28,58% alcançaram o índice identificado como estagnado, e neste nível de sustentabilidade encontram-se os municípios de Abreu e Lima, Igarassu, Moreno e Olinda. Enquanto que 35,71% foram classificados como progresso insuficiente, neste nível enquadram-se Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Paulista, Recife e São Lourenço da Mata. Porém ressalta-se que nenhum alcançou o nível categorizado como progresso satisfatório. Portanto, diante do cenário encontrado, ressalta-se a importância da implementação de ações estratégicas, como: atualização, elaboração e implementação efetiva dos instrumentos de planejamento; implantação de tecnologias sociais; criação de lei para pagamento pelos serviços via taxa de drenagem e manejo de água urbana; e desconto no pagamento do IPTU aos proprietários que incluem em seus projetos construtivos taxa de área verde superior ao determinado no Plano Diretor e construção de telhado verde, visando promover a adaptação às mudanças climáticas, com um olhar mais voltado principalmente para as áreas suscetíveis aos eventos hidrológicos extremos.

Palavras chaves: Desenvolvimento sustentável. Inundações. Mudança climática. Urbanização.

ABSTRACT

Climate change provides the occurrence of disasters, especially in places with irregular occupations, often bringing irreversible effects. Given this scenario, this research had as main objective to analyze the occurrences of extreme hydrological events and adaptation actions in the municipalities of the Metropolitan Region of Recife (RMR) of Pernambuco, based on the Sustainable Development Goal 13 (SDG 13) of the 2030 Agenda of the UN (2015), which deals with Actions Against Global Climate Change. In this sense, official data were collected regarding the performance of the 14 municipalities of the RMR in relation to target 13.1 of SDG 13, with their respective indicators 13.1.1 (number of deaths, missing persons and people directly affected attributed to disasters per 100 thousand inhabitants) and 13.1.3 (proportion of local governments that adopt and implement local disaster risk reduction strategies in line with national disaster risk reduction strategies). The RMR comprises 14 municipalities: Abreu e Lima, Araçoiaba, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Igarassu, Ilha de Itamaracá, Ipojuca, Itapissuma, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista, Recife and São Lourenço da Mata, covering an area of 2,764.26 km². The methodological procedures adopted consisted of a primary survey based on technical visits to the study area and secondary information acquired on the websites of official agencies belonging to the federal, state and municipal spheres, such as: IBGE, EMBRAPA, MDR, APAC, CPRH and municipal governments. Subsequently, the data were tabulated in a spreadsheet, with the help of Excel 2016 software, and analyzed together. For the preparation of thematic maps, vector, raster and surface data (Digital Surface Model) were downloaded from official websites, corresponding to the environmental conditions of the municipalities belonging to the RMR, and, subsequently, the data were processed in the QGIS software. From the data obtained, it was possible to identify the effects of climate change associated with the occurrence of extreme hydrological events in the analyzed area to prepare the performance matrix of the municipalities in relation to the Index on Sustainability Levels, highlighting that among the fourteen municipalities studied, 35, 71% were classified as threatened, namely: Araçoiaba, Camaragibe, Ilha de Itamaracá, Itapissuma and Ipojuca. Already 28.58% reached the index identified as stagnant, and at this level of sustainability are the municipalities of Abreu e Lima, Igarassu, Moreno and Olinda. While 35.71% were classified as insufficient progress, Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Paulista, Recife and São Lourenço da Mata fall within this level. However, it is noteworthy that none reached the level categorized as satisfactory progress. Therefore, in view of the scenario found, the importance of implementing strategic actions is highlighted, such as: updating, elaboration and effective implementation of planning instruments; implementation of social technologies; creation of a law for payment for services via a drainage fee and urban water management; and a discount on the IPTU payment to owners who include in their construction projects a green area rate higher than that determined in the Master Plan and construction of a green roof, aiming to promote adaptation to climate change, with a focus mainly on areas susceptible to events extreme hydrological.

Key Words: Sustainable development. Floods. Climate change. Urbanization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho esquemático de oferta dos serviços urbanos.....	18
Figura 2 – Delimitação das áreas de riscos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	20
Figura 3 – Impactos e riscos associados ao aquecimento global.....	23
Figura 4 – Tripé da Sustentabilidade associado ao risco híbrido.....	24
Figura 5 – Desenho esquemático dos conceitos de enchentes e inundações.....	25
Figura 6 – Desenho esquemático dos elementos que compõem o ciclo hidrológico...	26
Figura 7 – Inundação no município de Camaragibe, em Pernambuco, no dia 21 de março de 2022.....	27
Figura 8 – Desenho esquemático dos conceitos de microdrenagem e macrodrenagem	27
Figura 9 – Linha do tempo dos marcos nacionais e internacionais sobre o desenvolvimento sustentável	32
Figura 10 – Tripé da Sustentabilidade	33
Figura 11 – Objetivos, metas e indicadores	35
Figura 12 – Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.....	36
Figura 13 – Os 5Ps do Desenvolvimento Sustentável proposta pela Agenda 2030.....	37
Figura 14 – Descrição do ODS 13 da Agenda 2030.....	38
Figura 15 – Fluxograma de construção das etapas da dissertação.....	41
Figura 16 – Mapa de localização da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	42
Figura 17 – Projeção da população na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	43
Figura 18 – Mapa de uso e ocupação do solo na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	57
Figura 19 – Bairro do Tejipió, em Recife – Pernambuco.....	59
Figura 20 – Bairro Alto das Colinas, em Jaboatão dos Guararapes - Pernambuco.....	59
Figura 21 – São Lourenço da Mata – Pernambuco.....	59
Figura 22 – Bairro da Imbiribeira, em Recife – Pernambuco.....	59
Figura 23 – Mapa de localização das estações pluviométricas	63
Figura 24 – Precipitação média na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco de 2000 - 2009	64
Figura 25 – Precipitação média na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco de 2010 - 2019	65
Figura 26 – Precipitação média na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco de 2020 - 2021.....	65
Figura 27 – Mapa hidrográfico da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	66
Figura 28 – Ocupação nas margens do rio Tejipió, na Comunidade Sapo Nu, Recife- Pernambuco.....	67
Figura 29 – Descarte de resíduos sólidos no rio Tejipió, na Rua João Paulo II, Areias, Recife – Pernambuco.....	67

Figura 30 – Mapa de declividade da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco...	68
Figura 31 – Mapa hipsométrico da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	70
Figura 32 – Mapa pedológico da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	72
Figura 33 – Mapa de vegetação da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	74
Figura 34 – Mapa das unidades de conservação localizadas na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	77
Figura 35 – Mapa das áreas suscetíveis a eventos hidrológicos extremos, na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	80
Figura 36 – Marca do nível da água durante chuva intensa em Tejipió na Comunidade Sapo Nu, em Recife – Pernambuco.....	81
Figura 37 – Ocupação às margens do rio Tejipió na Comunidade Sapo Nu, em Recife – Pernambuco.....	81
Figura 38 – Alagamento na Rua Santa Edwirges, no Bongi, em Recife-Pernambuco, no dia 01 de março de 2021.....	84
Figura 39 – Índice em Nível de Sustentabilidade dos municípios da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	92
Figura 40 – Alagamento em frente à igreja batista de Coqueiral, no Recife – Pernambuco, no dia 9 de junho de 2022.....	93
Figura 41 – Mapa com os Índices em Níveis de Sustentabilidade dos municípios da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação e codificação brasileira de desastres.....	24
Quadro 2 – Conceito de inundações, enxurradas e alagamentos.....	25
Quadro 3 – Medidas de controle de enchentes em áreas.....	28
Quadro 4 – Os 8 Objetivos do Desenvolvimento do Milênio propostos pela ONU.....	34
Quadro 5 – Temática dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.....	36
Quadro 6 – Metas, indicadores e situação referente ao ODS 13 da Agenda 2030.....	38
Quadro 7 – Dados demográficos da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco ..	43
Quadro 8 – Classificação das áreas suscetíveis a eventos hidrológicos extremos através do método de multicritérios.....	46
Quadro 9 – Pesos utilizados para análise das áreas suscetíveis a eventos hidrológicos extremos através do método de multicritérios.....	47
Quadro 10 – Dimensões e variáveis do indicador 13.1.3 do ODS 13 da Agenda 2030...	49
Quadro 11 – Dimensões e variáveis do indicador 13.1.3 do ODS 13 da Agenda 2030 aplicadas a questão das inundações.....	50
Quadro 12 – Categorização dos índices em níveis de sustentabilidade.....	52
Quadro 13 – Uso e ocupação do solo na Região Metropolitana do Recife – PE.....	58
Quadro 14 – Dados econômicos dos municípios da Região Metropolitana do Recife - Pernambuco.....	60
Quadro 15 – Dados de localização das estações pluviométricas na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	61
Quadro 16 – Dados de declividade na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco..	67
Quadro 17 – Dados hipsométricos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco...	69
Quadro 18 – Classes do solo na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	71
Quadro 19 – Remanescente de Mata Atlântica na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	73
Quadro 20 – Unidades de conservação localizadas na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	75
Quadro 21 – Classificação das áreas suscetíveis a eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	78
Quadro 22 – Levantamento dos impactos advindos dos eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	82
Quadro 23 – Levantamento dos municípios da Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco que dispõem de instrumentos de planejamento.....	85
Quadro 24 – Levantamento do gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas.....	87
Quadro 25 – Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres nos municípios da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	89
Quadro 26 – Índices em níveis de sustentabilidade dos municípios da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	91
Quadro 27 – Ações estratégicas para minimizar os efeitos dos eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco.....	98

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Água e Saneamento Básico
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
APP	Áreas de Preservação Permanente
BNH	Banco de Habitação Popular
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CEPED	Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
CEPEN	Comitê Estadual Pernambuco Carbono Neutro
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNUMAH	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
COP	Conferências das Partes
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente
DDS	Diretoria de Desenvolvimento Sustentável
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GMA	Gerência de Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IFPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
LAI	Lei de Acesso a Informação
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MDS	Modelo Digital de Superfície
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MUNIC	Pesquisa de Informações Básicas Municipais

ODM	Objetivos do Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PD	Plano Diretor
PDUI	Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado
PIB	Produto Interno Bruto
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPA	Plano Plurianual
RIO+10	Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável
RIO+20	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
RMR	Região Metropolitana do Recife
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
S2iD	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
SbN	Soluções baseadas na Natureza
UCs	Unidades de Conservação
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNCCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
UNIGUARARAPES	Universidade dos Guararapes
ZAPE	Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	OBJETIVOS.....	17
1.1.1	Objetivo Geral.....	17
1.1.2	Objetivos específicos.....	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1	URBANIZAÇÃO.....	18
2.2	MUDANÇA CLIMÁTICA.....	21
2.3	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	30
3	METODOLOGIA.....	40
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	41
3.2	CONFEÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS PARA IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO.....	44
3.3	IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS ADVINDOS DOS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO, DE JANEIRO DE 2015 A JUNHO DE 2022.....	47
3.4	LEVANTAMENTO DAS LEIS, PLANOS, PROJETOS E AÇÕES IMPLEMENTADOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE QUE CONTRIBUEM PARA UM MELHOR DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO A ADAPTAÇÃO A EVETNOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS.....	48
3.5	PROPOSIÇÃO DE AÇÕES ESTRATÉGICAS VISANDO MINIMIZAR OS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTRENOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO.....	53
3.6	ELABORAÇÃO DO MANUAL DE DIFUSÃO E ACOMPANHAMENTO DAS AÇÕES DE ADAPTAÇÃO ÀS OCORRÊNCIAS DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO.....	53
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4.1	IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A EVENTOS	

HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO.....	55
4.1.1 Aspectos do meio socioeconômico.....	55
4.1.2 Aspectos do meio abiótico.....	60
4.1.2 Aspectos do meio biótico.....	73
4.2 IMPACTOS ADVINDOS DOS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO, DE JANEIRO DE 2015 A JUNHO DE 2022.....	82
4.3 LEIS, PLANOS, PROJETOS E AÇÕES IMPLEMENTADOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE QUE CONTRIBUEM PARA UM MELHOR DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO A ADAPTAÇÃO A EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS.....	84
4.4 PROPOSTAS DE AÇÕES ESTRATÉGICAS VISANDO MINIMIZAR OS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO.....	96
4.5 MANUAL DE DIFUSÃO E ACOMPANHAMENTO DAS AÇÕES DE ADAPTAÇÃO ÀS OCORRÊNCIAS DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO.....	104
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	105
REFERÊNCIAS.....	107
APÊNDICE A – Manual de Difusão de Acompanhamento das Ações de Adaptação às ocorrências de Eventos Hidrológicos Extremos na Região Metropolitana do Recife, Em Pernambuco.....	116

1 INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável começou a ser debatido com mais intensidade após a Revolução Industrial, quando foi observado que as ações antrópicas estavam causando alterações significativas na qualidade do ar. Porém, os efeitos negativos decorrentes das atividades humanas não ocorreram apenas na atmosfera, mas também em outros recursos naturais, como a água e o solo.

A partir de então buscou-se acompanhar de forma mais sistemática, as consequências suscitadas por essas intervenções, como por exemplo, o aumento da temperatura, devido as constantes emissões dos gases do efeito estufa que desencadearam o aquecimento global. Conseqüentemente, surgiram as mudanças climáticas, e atrelado a isto, à intensificação dos eventos hidrológicos extremos, como: as inundações, as enxurradas e os alagamentos, e quando esses eventos estão associados a áreas de risco podem resultar em desastres.

Com o aumento de desastres em escala global, ocorreram a nível mundial mobilizações que deram origem as Conferências, Formação de Comissões, Cúpulas e Grupos de Estudos sobre o meio ambiente. A primeira conferência marcante em prol do desenvolvimento sustentável denominada Conferência de Estocolmo, ocorreu no ano de 1972, registrando-se que as tentativas de obter o desenvolvimento sustentável vêm de muito tempo, e possivelmente ainda vai perdurar, pois no Brasil, por exemplo, os municípios tiveram crescimento exponencial de sua população, no entanto a infraestrutura urbana não acompanhou esse adensamento.

Neste contexto, observa-se que na Região Metropolitana do Recife (RMR), em Pernambuco, as pessoas ocuparam locais impróprios para a moradia, como as margens dos cursos de água, reduzindo as áreas permeáveis. Além disto, a falta do controle urbano corroborou para a intensificação dessa problemática. Então, atualmente é comum o registro de inundações, enxurradas e alagamentos, que têm deixado como consequência mortes, perda de bens materiais, entre outros transtornos, principalmente nos períodos chuvosos.

Porém, com o objetivo de gerir, de forma efetiva, o processo de urbanização, o Conselho das Cidades (órgão do Ministério das Cidades) emitiu a Resolução Nº 34, de 1 de julho de 2005, orientando que toda a legislação de uso e ocupação do solo seja consolidada no Plano Diretor (PD), o qual é um instrumento da Lei Federal Nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que instituiu o Estatuto das Cidades, tendo por objetivo estabelecer políticas públicas para ordenar a cidade.

Dando continuidade aos esforços em prol do desenvolvimento sustentável, a

Organização das Nações Unidas (ONU) elaborou, em 2015, a Agenda 2030, sendo esta composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (17 ODS), e dentre estes destaca-se o ODS 13, o qual trata da Ação Contra a Mudança Global do Clima, e o atendimento as suas metas e indicadores exigem que os governantes adotem “medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos” (ONU, 2015).

Portanto, diante do exposto, a questão investigada no presente estudo trata de: os municípios que compõem a Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco estão implementando ações de adaptação às ocorrências de eventos hidrológicos extremos?

1.1. OBJETIVOS

Para a realização desta pesquisa foram definidos o objetivo geral e 5 (cinco) objetivos específicos.

1.1.1. Objetivo geral

Analisar as ocorrências de eventos hidrológicos extremos e ações de adaptação nos municípios da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco, aplicando o Índice em Nível de Sustentabilidade.

1.1.2. Objetivos específicos

- Confeccionar mapas temáticos para identificação das áreas suscetíveis aos eventos hidrológicos extremos na RMR, em Pernambuco.
- Identificar os impactos advindos dos eventos hidrológicos extremos nos municípios da RMR, em Pernambuco, de janeiro de 2015 a junho de 2022.
- Levantar as leis, planos, projetos e ações implementados na RMR que contribuem para um melhor desempenho dos municípios em relação a adaptação aos eventos hidrológicos extremos.
- Propor ações estratégicas visando minimizar os efeitos dos eventos hidrológicos extremos na RMR, em Pernambuco.
- Elaborar um Manual de difusão e acompanhamento das ações de adaptação às ocorrências de eventos hidrológicos extremos na RMR, em Pernambuco.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

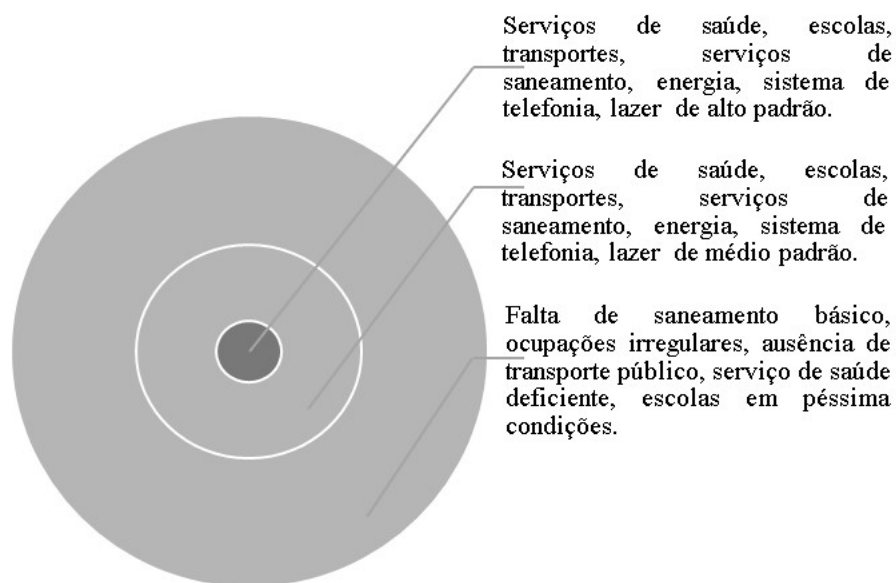
Para aprofundar o conhecimento no assunto abordado buscou-se embasamento teórico em temas centrais utilizando-se de 3 (três) descritores: urbanização, mudança climática e desenvolvimento sustentável. Sendo assim, no primeiro descritor buscou-se o entendimento de como ocorreu a urbanização e quais os impactos ocasionados. No segundo, analisou-se os fatores que contribuíram para o surgimento da mudança climática. E, por fim, realizou-se a retrospectiva do desenvolvimento sustentável.

2.1. URBANIZAÇÃO

De acordo com Nunes (2015), a ocupação da cidade demonstra a organização da população no território, a qual modifica, de forma significativa, o meio ambiente natural. Singer (2017), diz que a população tende a habitar locais que já dispõem de serviços urbanos, como: transporte, serviços de saneamento e energia, e reforça que a expansão destes locais em curto prazo tende a desencadear a escassez dos recursos naturais.

E, ainda para Singer (2017), há quem tem maior poder aquisitivo é reservado o direito de habitar locais com infraestrutura de alto padrão, já para a população mais carente restam áreas de risco sociais e propícia a desastres ambientais, visto que “os serviços urbanos se irradiam do centro a periferia”, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Desenho esquemático de oferta dos serviços urbanos



Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado de Singer, 2017.

Cabral e Candido (2019), definem espaço urbano como sendo um local “de crescimento, desenvolvimento e contradições”, e destaca que crescimento difere de desenvolvimento quando diz respeito às questões ambientais e econômicas. Já Arakaki (2020), ressalta que viver numa cidade com infraestrutura e segurança é direito de todo cidadão, mas que nem todos têm esse privilégio.

E, neste mesmo contexto, Cardoso, Silva e Guerra (2020), defendem a ideia de que “a estruturação do espaço urbano capitalista isola a população mais rica e condena a população mais pobre para as áreas menos favorecidas da cidade”. E, diante de toda problemática ocasionada pelo processo de urbanização, Pereira (2020) destaca que este processo é inevitável, ainda mais quando ocorre de forma desordenada.

No entanto, há vinte anos, Tucci (2012), já chamava a atenção para a problemática ocasionada pela urbanização desenfreada, defendendo a ideia de que a mesma contribui para impermeabilização do solo, o qual tem como consequência a aceleração do escoamento das águas pluviais intensificado as inundações. Além disso, Pereira (2020), acrescenta que em muitos locais são instalados dispositivos de drenagem, porém devido ao aumento da vazão superficial somado ao auto índice de impermeabilização do solo, ocasionado pelo crescimento populacional, esse quantitativo torna-se insuficiente.

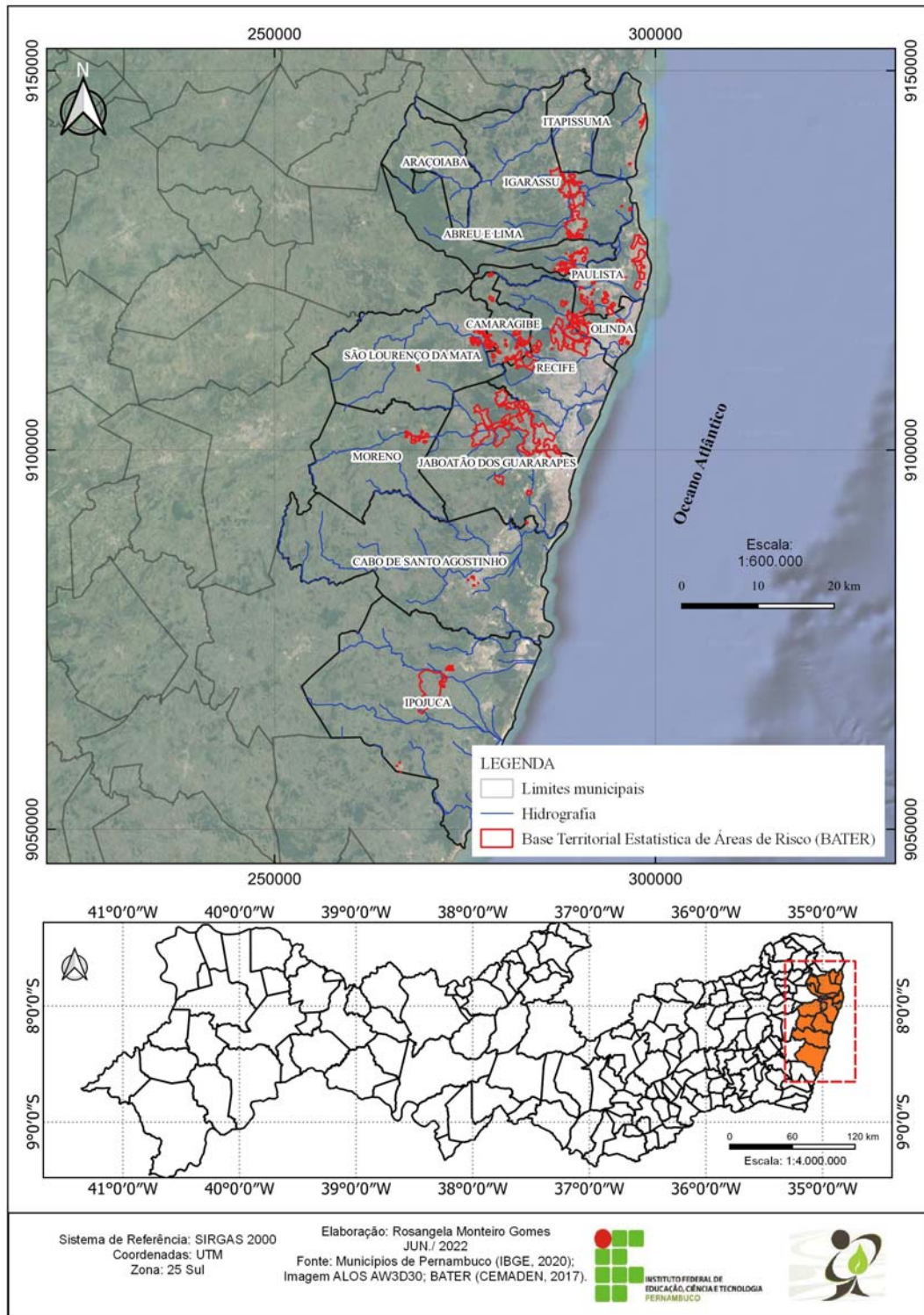
Neste contexto, no que diz respeito ao processo de urbanização da referida RMR, Araújo, Andrade e Braga (2020), destacaram que esse processo teve início a partir das migrações e do êxodo rural, o que não diferiu dos demais estados brasileiros. E, a Prefeitura Municipal do Recife (2022), acrescenta que a urbanização na RMR intensificou-se após a implantação de “indústrias ao longo dos eixos rodoviários arteriais (BR-101, ao norte e ao sul, e BR-252 a oeste) e de grandes conjuntos habitacionais promovidos pelo Banco de Habitação Popular (BNH)”.

Ainda de acordo com a prefeitura do Recife (2022), posteriormente foram surgindo novos empreendimentos, como: Complexo Industrial Portuário de Suape, em Ipojuca; o Polo Farmacoquímico, em Recife; a Cidade da Copa, em São Lourenço da Mata; a implantação da Fiat, em Goiana que mesmo não fazendo parte da RMR, atrai à população, devido as propostas de emprego. Todavia, essa urbanização acelerada resultou na ocupação de locais inadequados para habitação.

Então, devido ao aumento da ocupação humana em áreas de riscos, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), no ano de 2020, em parceria com o IBGE, realizou o arranjo interinstitucional, contendo informações do Censo Demográfico de 2010 “associadas às áreas de riscos monitoradas pelo CEMADEN”

utilizando informações coletadas no mês de abril de 2017, com o intuito de desenvolver ações de monitoramento, elaboração de alertas e a gestão de riscos e respostas a desastres naturais. Na Figura 2 observa-se as poligonais “resultante da interseção das áreas de risco com as feições censitárias” denominados Base Territorial Estatística de Áreas de Risco (BATER).

Figura 2 – Delimitação das áreas de riscos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado no CEMADEN, 2020.

É importante ressaltar que no ano de 2011 foi desenvolvido o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), que é uma plataforma do Sistema Nacional e Proteção e Defesa Civil, desenvolvido por meio de uma cooperação entre a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e o Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (CEPED) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com o intuito de registrar os desastres, solicitar reconhecimento dos municípios, recursos para ações de resposta e de recuperação. Neste sentido, a Portaria GM/MI Nº 526, de 6 de setembro de 2012, torna obrigatório a inscrição dos municípios brasileiros no Si2D, assim como o registro das ocorrências de desastres.

Segundo a CEMADEN (2020), no ano de 2017 havia na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco 187.699 domicílios particulares permanentes em áreas de risco e 632.872 pessoas expostas ao risco, o que representava 10,02% da população pernambucana, e isto, somado a mudança climática podem resultar nos desastres ambientais.

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), até junho de 2022, o quantitativo de municípios brasileiros cadastrados no S2iD era de 4.947, e deste, 184 são pernambucanos, incluindo todos os municípios da RMR.

2.2. MUDANÇA CLIMÁTICA

O planeta Terra, desde a Era do Gelo, passa por mudança climática, como destacado por Nelles e Serrer (2020), em sua obra intitulada “Mudança climática: os fatos como você nunca viu”. Presbiteris (2021), acrescenta que as alterações climatológicas surgem de forma natural, pois o “clima não é estático”. Todavia, Gates (2021), ressalta que as intervenções antrópicas, as quais tem como resultado as emissões de gases do efeito estufa, denominado por muitos autores como “dióxido de carbono equivalente”, proporcionam a intensificação da mudança climática.

No entanto, Nelles e Serrer (2020), enfatizam que sem o efeito estufa, o qual é composto pelos gases naturais, como: vapor de água (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), ozônio (O₃), óxido nitroso (N₂O) e o metano (CH₄), sendo estes encontrados na atmosfera, seria impossível a vida terrestre, pois o planeta Terra congelaria. Porém, a preocupação é com o aumento da emissão desses gases para atmosfera devido ao fato dos mesmos contribuírem para o aquecimento global, conforme relatado no Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), em 2021.

Todavia, há quem faça confusão entre esses fenômenos interdependentes “efeito

estufa” e “aquecimento global”, portanto Presbiteris (2021), esclarece que efeito estufa difere de aquecimento global, pois enquanto o primeiro termo é empregado para definir um dos “processos natural e essencial do planeta, que utiliza a radiação solar para manter a temperatura ambiente elevada”, tornando possível a vida terrestre, o segundo termo é utilizado “para descrever o fenômeno do aumento da temperatura média global além do que é previsto por modelos de variação do clima”.

Dentre as ações antrópicas que podem corroborar para o aquecimento global Nunes (2015), destaca dois processos culturais urbanos que intensificam esse fenômeno que são a urbanização e a globalização, pois o primeiro altera de forma rápida o meio ambiente natural, enquanto o segundo incentiva o consumo desenfreado, que traz como antecessor a exploração dos recursos naturais que favorecem a emissão de gases do efeito estufa.

Neste sentido, Tenório *et al.* (2017), chamam a atenção de que o Brasil não se encontra imune as ações das mudanças climáticas, pois o mesmo tornou-se “alvo de desastres no mundo globalizado”. No entanto, Castelhano (2020), alerta que o termo aquecimento global não é mais tão usado devido ao fato de o aumento da temperatura ser apenas um fator diante de vários outros, sendo este substituído por “mudanças climáticas globais”.

Neste sentido, busca-se abrandar a mudança climática, e para isso deve-se conter as emissões desenfreadas dos GEE's, por isso que desde o dia 29 de dezembro do ano de 2009, foi sancionada no Brasil, a Lei Nº 12.187, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), que além de focar na questão da “redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes” tem como instrumentos “os indicadores de sustentabilidade”.

A PNMC supracitada, tem como objetivo harmonizar o desenvolvimento sustentável com o crescimento econômico, estabelecendo como meta a redução das “emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% até o ano de 2020”. A referida Lei também frisou nos instrumentos para o alcance das metas, e destaca-se aqui o inciso IV, do artigo 6º que diz: “a Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de acordo com os critérios estabelecidos por essa Convenção e por suas Conferências das Partes (COP).

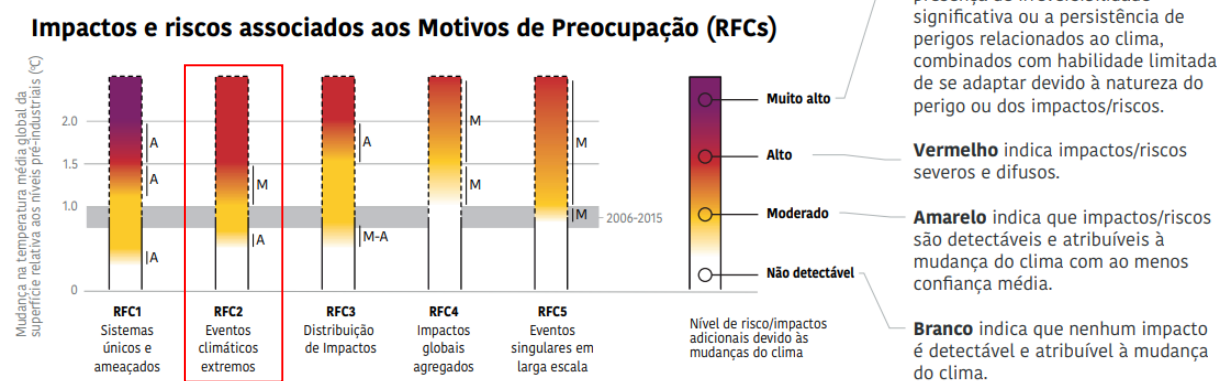
Com o passar do tempo foram sendo organizadas pela ONU demais Conferências das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, sendo a primeira realizada no ano de 1995 em Berlim, na Alemanha, conhecida como COP-1. No ano de 2021, aconteceu a COP-26, em Glasgow, na Escócia, vinte meses após o início da pandemia do novo Coronavírus, visando monitorar as ações antrópicas que interferem, de forma significativa, no aquecimento global,

portanto, ao todo já houveram vinte e seis Conferências das Partes.

De acordo com Gates (2021), a temperatura no planeta Terra elevou-se cerca de 1° C, desde o período pré-industrial, tendo uma redução no ano de 2020, podendo associar esse fato à pandemia do novo coronavírus, visto que muitas atividades foram paralisadas. Portanto essa redução confirma que as atividades humanas são as que mais interferem nas mudanças climáticas. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), no relatório de 2018, estimou que entre 2030 e 2052, provavelmente a temperatura no planeta Terra tenha um acréscimo de 1,5°C, mantendo-se essa mesma estimativa no relatório do IPCC, em 2021, e isto gera impactos e riscos (Figura 3).

Figura 3 – Impactos e riscos associados ao aquecimento global

Cinco Motivos de Preocupação (RFCs) ilustram os impactos e riscos de níveis diferentes de aquecimento global para pessoas, economias e ecossistemas através de setores e regiões.



Fonte: IPCC, 2021.

Diante deste contexto, percebe-se a necessidade de relacionar as três dimensões do desenvolvimento sustentável, ou seja, econômico, social e ambiental defendido por Patriarcha-Graciolli (2015), com as três classificações de riscos híbridos elencados por Mendonça (2021), que são: os riscos tecnológicos, os riscos sociais e os riscos naturais (Figura 4). Pois, de acordo com o último autor, a tecnologia tem relação com o processo de industrialização que repercute na economia, já os riscos sociais repercutem na segregação urbana que difundem a miséria e a pobreza, enquanto os riscos naturais estão atrelados aos fenômenos atmosféricos.

Figura 4 – Tripé da Sustentabilidade associado ao risco híbrido



Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado de Patriarcha-Graciolli1, 2015 e Mendonça, 2021.

Dentre as três categorias de riscos híbridos classificados por Mendonça (2021), às inundações foram classificadas como risco híbrido natural atrelados aos processos sociais. Neste sentido, Cardoso, Silva e Guerra (2020), enfatizam que a população mais vulnerável é a mais afetada pelos efeitos dos eventos extremos justamente por habitar locais impróprios para a moradia, reforçando o conceito defendido por Mendonça (2021), sobre risco híbrido que diz “tem origem entre dois ou mais riscos específicos” sendo o antecessor do desastre.

Então, para avaliar o nível de exposição aos desastres correlacionados as mudanças climáticas, Mendonça (2021), sugere a avaliação de cinco indicadores, a saber: deslizamentos, inundações, secas, tempestades e aumento do nível do mar. Para tanto, ressalta-se que a Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012 instituiu a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), representada no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação e codificação brasileira de desastres

Evento	Grupo	Subgrupo	Tipo	COBRADE
Natural	Geológico	Movimento de massa	Deslizamentos	1.1.3.2.1
	Hidrológico	Inundações	-	1.2.1.0.0
		Enxurradas	-	1.2.2.0.0
		Alagamentos	-	1.2.3.0.0
	Meteorológico	Tempestade	Tempestade local/Convectiva	1.3.2.1.1
Climatológico	Seca	Seca	1.4.1.2.0	

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado do MDR, 2012.

Para este estudo, destaca-se os eventos hidrológicos, tema central desta dissertação, que de acordo com o Ministério do Desenvolvimento Regional há definição específica para cada subgrupo (Quadro 2).

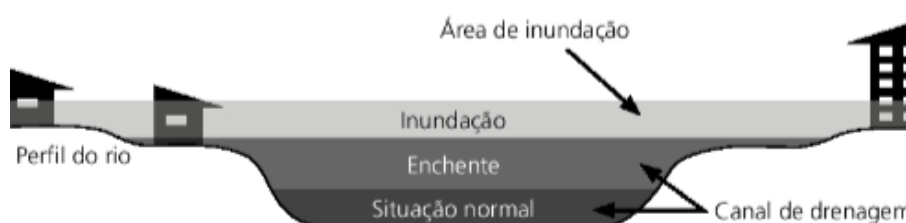
Quadro 2 – Conceito de inundações, enxurradas e alagamentos

Evento	Grupo	Subgrupo	Definição	COBRADE
Natural	Hidrológico	Inundações	Água acumulada no leito das ruas, depressões e áreas planas no perímetro urbano decorrente de fortes precipitações pluviométricas em cidades.	1.2.1.0.0
		Enxurradas	Volume de água resultante de fortes chuvas. A água escorre na superfície do terreno com grande velocidade.	1.2.2.0.0
		Alagamentos	Transbordamento de água da calha normal de rios, lagos e açudes ou acumulação de água em áreas não habitualmente submersas. Provocada por chuvas intensas e concentradas. Entre as causas estão chuvas intensas e concentradas, saturação do lençol freático, assoreamento do leito dos rios e compactação e impermeabilização do solo, precipitações intensas com marés elevadas, rompimento de barragens e drenagem deficiente de áreas a montante (acima) de aterros.	1.2.3.0.0

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado do MDR, 2012.

Neste contexto, faz-se necessário ressaltar a terminologia enchente, visto que é confundida com a definição de inundação, então concorda-se com Mazzarotto e Silva (2017), quanto ao conceito aplicado à enchente, definida como uma condição natural do leito dos cursos de águas (Figura 5).

Figura 5 - Desenho esquemático dos conceitos de enchentes e inundações



Fonte: Mazzarotto e Silva, 2017.

Entretanto, Cenci e Lorenzo (2020), acrescentam que a duração de eventos chuvosos

em um período curto de tempo ocasiona as enchentes, e posteriormente, as inundações. Neste sentido, Leal, Barbosa e Aquino (2020), enfatizaram que os efeitos de inundações é o resultado das características naturais somadas as interferências antrópicas. Como consequência desses eventos podem ocorrer o desastre natural. Taveira (2018), reforça que é importante analisar as diversas atividades, construções e elementos naturais inseridos dentro da bacia hidrográfica, pois esses elementos proporcionam alterações no ciclo hidrológico.

Mas, para Cunha *et al.* (2015), “o mundo assiste às respostas que o meio ambiente vem dando às constantes agressões que sofre”. E, de fato, o contexto defendido pelo autor supracitado é ressaltado por Nunes (2015), quando este diz que as áreas de riscos não deveriam ser habitadas e ainda toca em tema bastante polêmico, onde alerta que a ocorrência dos desastres não é culpa da natureza, mas sim do modo como o território foi ocupado somado à falta de políticas públicas, é confirmado por Silva (2019), quando o mesmo acrescenta que “o processo de urbanização sem controle e sem planejamento, tem consequências diretas no ciclo hidrológico devido ao aumento da impermeabilização do solo e consequente aumento de escoamento superficial”.

Portanto, é de suma importância ter conhecimentos do funcionamento do ciclo hidrológico, e diante disso, Duarte (2018), esclarece que o ciclo hidrológico constitui-se de uma sucessão de vários processos na natureza onde a água inicia o seu caminho partindo de um estágio inicial até retornar a uma posição original. Caldeira (2019), acrescenta que o ciclo hidrológico é o elemento crucial da hidrologia devido a ocorrência de várias transformações dos estados físicos da água na hidrosfera (Figura 6).

Figura 6 - Desenho esquemático dos elementos que compõem o ciclo hidrológico



Fonte: Callischonn e Dornelles, 2015.

Silva Junior e Silva (2016), destacam que se faz necessário o conhecimento das características das inundações e alagamentos, levando em consideração as particularidades de

cada local que sofre as interferências dos “efeitos das marés, das baixas elevações topográficas e dos lençóis freáticos elevados”.

Diante do exposto, Santos (2020), alerta que as áreas mais propícias a sofrerem com os efeitos dos eventos hidrológicos extremos são: encostas íngremes, fundo de vales e planícies de inundações. Ainda de acordo com o mesmo autor, os desastres geralmente acontecem nos períodos de chuvas intensas, principalmente nas regiões metropolitanas, como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 – Inundação no município de Camaragibe, em Pernambuco, no dia 21 de março de 2022



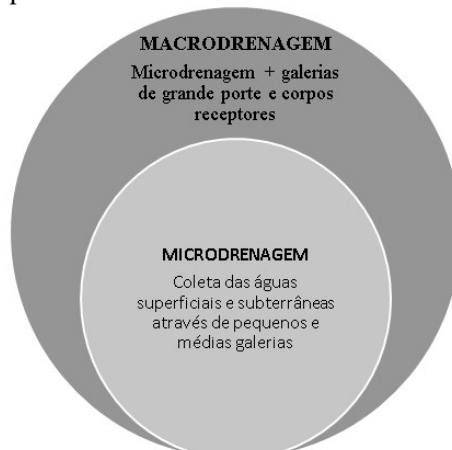
Foto: reprodução/TV Globo, 2022.



Foto: Matheus Gomes, 2022.

No entanto, Almeida (2020), diz que as águas pluviais são de extrema importância devido sua funcionalidade, portanto é essencial que haja o manejo efetivo das mesmas de modo a evitar os eventos extremos, como enchentes e secas. Ainda de acordo com o referido autor, o sistema de drenagem deve ser composto por instalações, que vai desde as mais simples até as mais complexas, cujo objetivo principal é direcionar as águas pluviais para um local apropriado, denominados micro e macrodrenagem (Figura 8).

Figura 8 - Desenho esquemático dos conceitos de microdrenagem e macrodrenagem



Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado de Almeida, 2020.

Hernandez e Szigethy (2020), também reforçam que as enchentes podem ser controladas a partir de mecanismos que reduzem o excesso de escoamento pluvial. E, Tucci (2001) citado Hernandez e Szigethy (2020) explicam que existem dois tipos de medidas para controlar os efeitos de enchentes (Quadro 3).

Quadro 3 - Medidas de controle de enchentes em áreas urbanas

Estruturais		Não estruturais
Extensivas	Intensivas	
São estruturas que visam modificar os processos de chuva-vazão na bacia hidrográfica ou zona urbanizada	<ul style="list-style-type: none"> - Convencionais São obras de engenharia implementadas para reduzir o risco de enchentes. - Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID) São estruturas que visam um controle das águas pluviais na fonte ou terreno 	São medidas de proteção que procuram evitar ao máximo e mitigar os prejuízos das enchentes

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado de Tucci, 2001 citado Hernandez e Szigethy, 2020.

Segundo Sousa e Gonçalves (2018), a inundação é um dos desastres naturais mais comuns no território brasileiro, e a mesma aumenta os riscos de exposição as doenças de veiculação hídrica em áreas onde a infraestrutura de saneamento básico é inadequada. Sendo assim, Castelhana (2020), expõem que por as cidades serem “locais ainda mais vulneráveis à ação do clima”, necessitam de investimentos, com intuito de evitar os efeitos drásticos advindos dos eventos hidrológicos extremos e proporcionar qualidade de vida à população.

Mendonça (2021), destaca que a vulnerabilidade social, a vulnerabilidade ambiental e as mudanças climáticas corroboram com o cenário de suscetibilidade de desastres, vivenciado na escala local, regional, nacional e internacional. Melo *et al.* (2021), informa que 85% da população brasileira habita áreas urbanas, sendo um percentual desproporcional quando comparada a infraestrutura existente nas cidades.

Neste sentido, Gonçalves e Perez (2020), enfatizam que os governantes precisam traçar diretrizes visando a capacidade de adaptação aos efeitos advindos das mudanças climáticas. E, Nazareth (2017), defendeu que os instrumentos de gestão pública que podem auxiliar nesta gestão efetiva da cidade, são: Plano Diretor, Lei de Uso e Ocupação do Solo, Estatuto das Cidades, os quais ordenam e regularizam o uso e ocupação da terra através do zoneamento.

Além dos instrumentos citados anteriormente o IBGE, em 2020, analisou nove ações que têm como intuito “evitar ou minimizar os danos causados pelas inundações”, a saber: construção de barragem à montante para equalização das cheias; construção de canais de macrodrenagens; construção de parque; construção de reservatórios de amortecimento de cheias; desassoreamento de corpos hídricos; retificação de rios, aumento de calha ou desvio de cursos d’água; realocação da população que vive em área de risco; revegetação; e revitalização de rios ou bacias.

No entanto, o Instituto de Tecnologias Sociais (2004), defende as tecnologias ambientais como uma medida a ser usada para contenção das inundações, definindo-as como sendo um “Conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida”.

Seixas *et al.* (2015), chamam atenção para algumas características que as tecnologias sócias têm que apresentar para serem consideradas sociais, como: “compromisso com a transformação social; relevância e eficácia social; sustentabilidade socioambiental e econômica; inovação; difusão e ação educativa”. Ainda de acordo com os autores, não existe lei específica que trata das Tecnologias Sociais, porém existem alguns requisitos legais que de forma indireta enfatiza a importância desta inovação, como a Lei Federal Nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 e a Lei Federal Nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016.

Neste contexto, o SEBRAE (2017), acrescenta que para ser considerada tecnologia social devem possibilitar a replicação e a reaplicação, e acrescenta que nenhuma pode ser patenteada. Já a Fundação Banco do Brasil (2021), enquadrando as tecnologias sociais em 8 (oito) grupos, a saber: alimentação, educação, energia, habitação, meio ambiente, recursos hídricos, renda e saúde. Ainda de acordo com a Fundação Banco do Brasil (2021), as tecnologias sociais voltadas para a gestão dos recursos hídricos são:

- Captação e armazenamento de água da chuva.
- Reaproveitamento da água utilizada nas atividades domésticas.
- Sistema alagado construído (SAC).
- Implantação do banheiro ecológico.
- Construção de barragem subterrânea.
- Barraginhas de captação de águas superficiais de chuvas.
- Cisterna enxurrada.

- Corredor ecológico.
- Dispositivo automático para proteção da qualidade da água de chuva das cisternas.
- Vala de infiltração com uso de resíduos sólidos da construção civil.
- Construção de Estação de Tratamento de Água da Chuva (ETAC).
- Filtro ecológico alternativo.
- Jardins de chuva.
- Jardins filtradores - Sistema de saneamento ecológico.
- Construção de Wetlands¹ para tratamento de esgotos.

Segundo Nascimento, Binotto e Benini (2019), as tecnologias sociais surgiram devido as dificuldades encontradas pelas tecnologias convencionais em solucionar os problemas de todos os grupos sociais. Ribeiro (2020), acrescenta que há uma variedade de tecnologias sociais, e chama atenção sobre a falta de credibilidade no que diz respeito a possibilidade de minimizar, e até mesmo solucionar os efeitos de enchentes através de sua implementação, alertando que isso se dá pela falta de conhecimento do potencial de resolutividade de problemas que as mesmas têm.

Ainda de acordo com Ribeiro (2020), faz-se necessário conhecer as características locais para poder definir que tecnologia social seria a mais viável, pois a que deu certo em um local poderá não ter sucesso em outro. De acordo com os conceitos defendido pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (2021), em sua obra intitulada “GIRD+10 Caderno Técnico de Gestão Integrada de Riscos e Desastres” as tecnologias sociais são Soluções baseadas na Natureza (SbN) que apresentam potencial para reduzir os desastres.

2.3. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Para compreender a proposta trazida pelo desenvolvimento sustentável deve-se levar em consideração os acontecimentos que fizeram com que os atores sociais refletissem sobre a necessidade de traçar um novo modelo econômico. Para Leff (2015), foi nos anos 60 que teve início a consciência ambiental, contudo sua expansão ocorreu na década de 70, quando o saber ambiental começou a ganhar espaço, esse fator pode ser observado devido à

¹ De acordo com Zinato e Guimarães (2017), wetlands são construções que tem como função tratar as águas residuais.

preocupação que a sociedade teve frente a escassez dos recursos naturais.

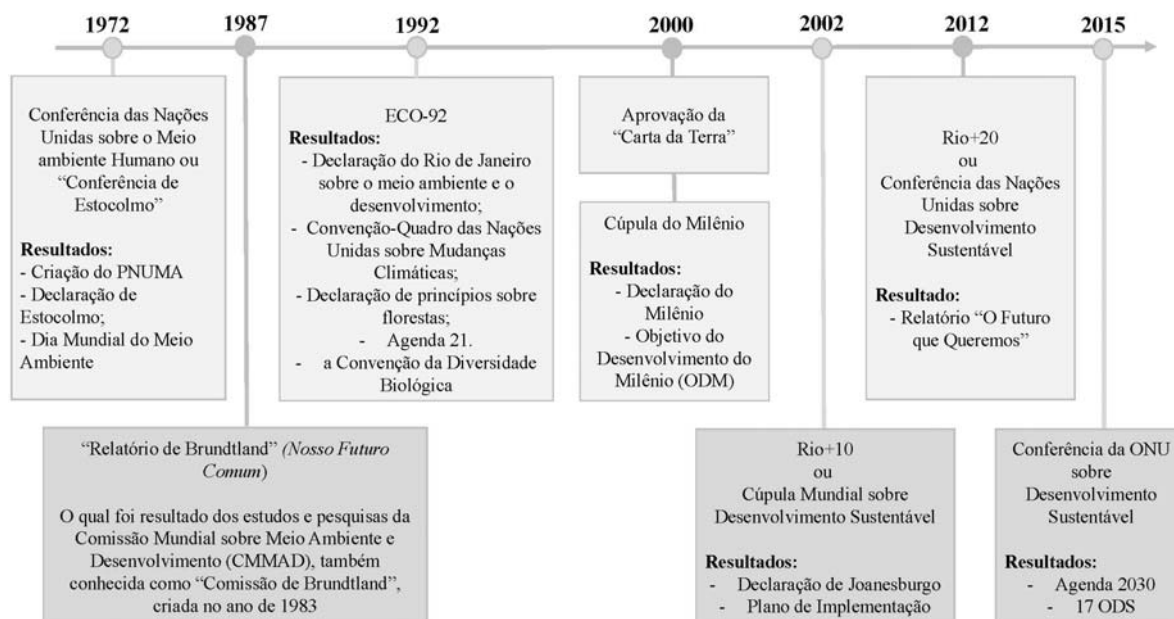
De acordo com os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2021, a população brasileira, vem crescendo de forma exponencial, e nos últimos cinquenta anos houve um acréscimo de 118,19 milhões de habitantes. Essa projeção implica em maior consumo, e acarreta na exploração dos recursos naturais desenfreada, buscando suprir a necessidade da população atual, e isto, de acordo com Rezende, Miranda e Brito (2018), interfere “na capacidade do globo terrestre em renovar seus recursos naturais”.

Diante de várias interferências humanas no meio ambiente, como a realização de atividades que emitem gases do efeito estufa, contaminação dos recursos hídricos e poluição do solo, desde o século XVII, após à Revolução Industrial, e posteriormente com a era da globalização, houve-se a necessidade de pensar no desenvolvimento sustentável. E, tratando-se dessa temática, em 1988, a Constituição da República Federativa do Brasil, em seu artigo 255, já incorporava, mesmo que de forma indireta, a ideia do conceito de desenvolvimento sustentável.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

No entanto, para enfrentar os problemas ambientais globais, Gomes *et al.* (2021), destacaram que houve a “intensificação de movimentos compostos por indivíduos e organizações, conferências, tratados e acordos”. Neste contexto, Camargo (2020), retrata os marcos nacionais e internacionais mais importantes que, de forma direta e indireta, contribuíram para a temática do desenvolvimento sustentável, como pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 – Linha do tempo dos marcos nacionais e internacionais sobre o desenvolvimento sustentável



Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado de Camargo, 2020.

Barbieri (2020), relata que a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (CNUMAH) também conhecida como “Conferência de Estocolmo”, que ocorreu na Suécia em 1972, foi um “dos marcos mais importante para o entendimento acerca do Desenvolvimento Sustentável”. Esta Conferência teve como resultados a Declaração de Estocolmo, sendo esta composta por 26 princípios; à elaboração do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA); e à criação do Dia Mundial do Meio Ambiente, sendo este no dia 5 de junho, numa referência ao dia da abertura da referida Conferência (ONU, 2016). No contexto da Declaração de Estocolmo foi frisado que os seres humanos adquirem conhecimentos que tanto serve para desenvolver-se, quanto para causar-lhe danos, caso utilize-os de forma imprudente (DECLARAÇÃO DE ESTOCOLMO, 1972).

Posteriormente, surgiram os demais eventos nacionais e internacionais que somaram esforços para minimizar as problemáticas socioambientais (DIAS, 2017), como por exemplo, o Relatório de Brundtland intitulado ‘*Nosso Futuro Comum*’ que definiu Desenvolvimento Sustentável como sendo o processo que “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987), sendo este culminado a partir dos trabalhos desenvolvido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD).

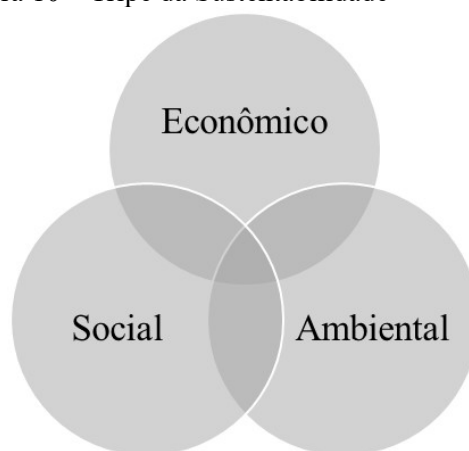
Gomes *et al.* (2021), ressaltam que o conceito de desenvolvimento sustentável trazido pelo Relatório de Brundtland foi consolidado e “ampliado durante as Conferências da RIO+10

e a RIO+20, ocorridas no ano de 2010 e 2020, respectivamente”. Todavia, antes de acontecer os eventos supracitados, houve a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), no estado do Rio de Janeiro, em 1992, a qual ficou conhecida como Rio-92 ou ECO-92, e contou com a participação de 178 países (ONU, 2016).

Diante disso, Chaves e Neta (2021), chamam a atenção para os resultados da ECO-92, sendo estes: a Agenda 21; a Carta da Terra; a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento; a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB); a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD); o Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas; e a Declaração de Princípios sobre Florestas.

Portanto, como base nos resultados da ECO-92, Patriarcha-Graciolli1 (2015), defende a ideia de que a Agenda 21 é um “plano ou planejamento proposto para auxiliar na construção de sociedades sustentáveis, considerando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica”, ou seja, o tripé da sustentabilidade (Figura 10), que consagrou três dimensões.

Figura 10 – Tripé da Sustentabilidade



Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado de Patriarcha-Graciolli1, 2015.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA), em 2022, informou que a Carta da Terra, teve sua aprovação, apenas em 2000, sendo este um documento que preconizava a responsabilidade que um tem com o outro “e com as futuras gerações”, composta por quatro dimensões, a saber: Terra, Nosso Lar; A Situação Global; Desafios para o Futuro; e Responsabilidade Universal.

A ONU (2015), destaca que o marco que mais chamou a atenção no ano de 2000 foi a Cúpula do Milênio e os debates entre os 191 países, em Nova Iorque, ocorridos durante este

evento, que teve como resultado a Declaração do Milênio e a criação da Agenda com oito objetivos globais, denominados Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM), elencados no Quadro 4.

Quadro 4 – Os 8 Objetivos do Desenvolvimento do Milênio propostos pela ONU

Objetivo	Temática
1	Acabar com a fome e a miséria
2	Oferecer educação básica de qualidade para todos
3	Promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres
4	Reduzir a mortalidade infantil
5	Melhorar a saúde das gestantes
6	Combater a Aids, a malária e outras doenças
7	Garantir qualidade de vida e respeito ao meio ambiente
8	Estabelecer parcerias para o desenvolvimento

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado da ONU, 2000.

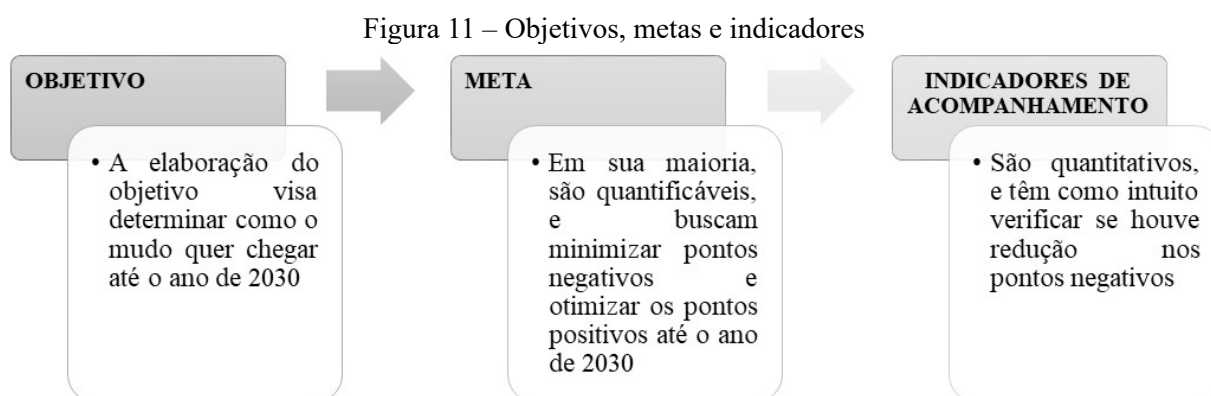
Os oito ODM foram as metas estabelecidas pela ONU para iniciar um novo milênio de forma mais humanitária tendo como base os dados obtidos em 1990, e perdurou por um período de 15 anos (ONU, 2015). Segundo Roma (2019), os enfoques dos “oito ODM abrangiam ações específicas de combate à fome e à pobreza, associadas à implementação de políticas de saúde, saneamento, educação, habitação, promoção da igualdade de gênero e meio ambiente”.

Na sequência, aconteceu em 2002, no estado do Rio de Janeiro, a Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável, também denominada RIO+10 (ONU, 2002). Nesta Conferência elaborou-se a Declaração de Joanesburgo, que estabeleceu posições políticas, e o Plano de Implementação que enfatizou três objetivos essenciais, são eles: erradicar a pobreza; alterar os padrões insustentáveis de consumo e produção; proteger e gerir a base de recursos naturais para o desenvolvimento econômico e social (PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO, 2002).

Já em 2012, sucedeu-se a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (RIO+20), evento este comemorativo aos 20 anos da ECO-92, que resultou no documento intitulado “O Futuro que Queremos”, porém Araújo, Fraga e Resende (2018) destacam a insatisfação da sociedade civil quanto aos resultados divulgados no referido relatório. Todavia, de acordo com Kronemberger (2019), no período compreendido entre 2012 a 2015, diversos atores sociais traçavam estratégias para dá continuidade as propostas estabelecidas pelos 8 ODM, através da plataforma My World, resultando na agenda global a qual proporciona a inclusão de toda a humanidade.

Portanto, a ONU (2015) informa que como resultado de todos os debates ocorridos na RIO+20 surgiram os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (17 ODS). Porém, destaca-se que os 17 ODS estão dentro de um contexto maior, que é a Agenda 2030, tendo como lema “Não deixar ninguém para trás”, sendo esta composta por preâmbulo que inclui: como a humanidade quer estar em 2030; os 17 ODS para ação; Monitoramento; Revisão e Acompanhamento.

Neste contexto, ainda de acordo com a ONU (2015), os 17 ODS são um conjunto de objetivos, indivisíveis e interligados formados por metas e indicadores a serem cumpridos até o ano de 2030 (Figura 11). E, na visão de Leff (2015), “os objetivos do desenvolvimento sustentável exigem mudanças nos valores que orientam o comportamento dos agentes econômicos e da sociedade em seu conjunto, além de transformação do conhecimento e da inovação de tecnologias para resolver os problemas ambientais”. E, Dutra (2017), ressalta a ausência de membros da sociedade civil nas tomadas de decisão, e alerta que essa ausência pode ser devido à falta de conhecimento das ações que estejam acontecendo e a dificuldade de locomoção.



Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado da ONU, 2015.

Então, neste contexto destaca-se o documento mais recentemente intitulado “Transformando Nosso Mundo - A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” que foi elaborado visando contribuir com o desenvolvimento sustentável, sendo este resultado de um processo global participativo de mais de dois anos, coordenado pela Organização das Nações Unidas desde o ano de 2012 (ONU, 2015). O mesmo foi promulgado em 2015, onde a “ONU criou os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (17 ODS), sendo 16 temáticos e 1 focado na forma de implantação” (GOMES *et al.* 2021), como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 – Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030



Fonte: ONU, 2015.

A ONU (2022), esclarece que a Agenda 2030, assim conhecida, foi aderida por 193 países Estados Membros da ONU e implementada desde 2016, dando continuidade à Agenda de Desenvolvimento do Milênio, o qual perdurou do ano de 2000 até 2015, e cada objetivo abrange uma temática (Quadro 5). A ONU (2022), ressalta que os 17 ODS, ao todo, são compostos por 169 metas e 254 indicadores, sendo que de acordo com a última atualização da ONU, ocorrida no dia 30 de junho de 2022, dos 254 indicadores 110 estão produzidos, 76 encontram-se em análise/ construção, 59 ainda permanecem sem dados, e apenas 9 não se aplicam ao Brasil.

Quadro 5 – Temática dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (continua)

ODS	Temática
Objetivo 1	Erradicação da Pobreza: Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares
Objetivo 2	Fome Zero e Agricultura Sustentável: Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável
Objetivo 3	Boa Saúde e Bem-Estar: Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades
Objetivo 4	Educação de Qualidade: Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos
Objetivo 5	Igualdade de Gênero: Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas
Objetivo 6	Água Potável e Saneamento: Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos
Objetivo 7	Energia Limpa e Acessível: Garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos
Objetivo 8	Trabalho Decente e Crescimento Econômico: Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos

Quadro 5 – Temática dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (continuação)

ODS	Temática
Objetivo 9	Indústria, Inovação e Infraestrutura: Construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação
Objetivo 10	Redução das Desigualdades: Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles
Objetivo 11	Cidades e Comunidades Sustentáveis: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis
Objetivo 12	Consumo e Produção Responsáveis: Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis
Objetivo 13	Ação Contra a Mudança Global do Clima: Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos (reconhecendo que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] é o fórum internacional intergovernamental primário para negociar a resposta global à mudança do clima)
Objetivo 14	Vida na Água: Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável
Objetivo 15	Vida Terrestre: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade
Objetivo 16	Paz, Justiça e Instituições Eficazes: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis
Objetivo 17	Parcerias e Meios de Implementação: Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado da ONU, 2015.

Ainda de acordo com a ONU (2015), com os 17 ODS, busca-se obter um espaço adequado para todos os seres vivos, onde a população possa habitar de forma digna e segura e respeitar os espaços naturais, e a Agenda 2030 foi baseada em cinco eixos: Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parcerias, sendo estes representados na Figura 13.

Figura 13 – Os 5Ps do Desenvolvimento Sustentável proposta pela Agenda 2030



Fonte: ONU, 2016.

Neste sentido, Cabral e Candido (2019), enfatizam que crescimento difere de desenvolvimento, pois quando uma cidade cresce não significa que ela se desenvolveu, e como resultado tem-se a vulnerabilidade do habitat humano e do ambiente construído dando início as problemáticas ambientais. Por isso, que em 2015, a ONU contemplou a questão das mudanças climáticas através do ODS 13, intitulado como “Ação contra a mudança global do clima”, composto por cinco metas e oito indicadores (Figura 14).

Figura 14 – Descrição do ODS 13 da Agenda 2030



Fonte: ONU, 2015.

De acordo com ONU (2022), dentre os 8 (oito) indicadores 5 (cinco) encontram-se produzidos; não há indicador em situação de análise/ construção; 2 (dois) estão sem dados e 1 (um) não se aplica ao Brasil (Quadro 6).

Quadro 6 – Metas, indicadores e situação referente ao ODS 13 da Agenda 2030 (continua)

Metas	Indicadores	Situação
13.1 - Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países.	13.1.1 – Número de mortes, pessoas desaparecidas e pessoas diretamente afetadas atribuído a desastres por 100 mil habitantes.	Produzido
	13.1.2 – Número de países que adotam e implementam estratégias nacionais de redução de risco de desastres em linha com o Quadro de Sendai ² para a Redução de Risco de Desastres 2015 - 2030.	
13.1 - Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países.	13.1.3 – Proporção de governos locais que adotam e implementam estratégias locais de redução de risco de desastres em linha com as estratégias nacionais de redução de risco de desastres.	Produzido

² Quadro de Sendai: foi adotado pela ONU durante a III Conferência Mundial da ONU sobre a Redução do Risco de Desastres realizada em março de 2015 em Sendai, no Japão, cujo o intuito é “uma redução substancial do risco de desastres e perdas em vidas, meios de subsistência e saúde e em bens econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas, comunidades e países” até o ano de 2030 (ONU, 2015).

Quadro 6 – Metas, indicadores e situação referente ao ODS 13 da Agenda 2030 (continuação)

Metas	Indicadores	Situação
13.2 - Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais	13.2.1 – Número de países com contribuições nacionalmente determinadas, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação, estratégias como reportadas nas comunicações nacionais e de adaptação	Produzido
	13.2.2 – Emissões totais de gases de efeito estufa por ano	
13.3 - Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima	13.3.1 - Grau em que a (i) a educação para a cidadania global e (ii) a educação para o desenvolvimento sustentável são integradas nas (a) políticas nacionais de educação; (b) currículos escolares; (c) formação de professores; e (d) avaliação de estudantes	Sem dados
13.a - Implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] para a meta de mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões por ano a partir de 2020, de todas as fontes, para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto das ações de mitigação significativas e transparência na implementação; e operacionalizar plenamente o Fundo Verde para o Clima por meio de sua capitalização o mais cedo possível	13.a.1 - Quantidades fornecidas e mobilizadas em dólares dos Estados Unidos por ano em relação à meta continuada de mobilização coletiva existente do compromisso de US\$100 bilhões até 2025	Sem dados
13.b - Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas	13.b.1 – Números de países menos desenvolvidos e pequenos estados insulares em desenvolvimento com Contribuições Nacionalmente Determinadas, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação, estratégias como reportadas nas comunicações nacionais e de adaptação	Não se aplica ao Brasil

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseando da ONU, 2022.

A ONU (2015), enfatiza que as metas e os indicadores supracitados, devem ser aplicadas a nível global, regional e local.

3 METODOLOGIA

Tendo em vista os objetivos a serem alcançados, a presente pesquisa classifica-se, quanto a sua natureza, como aplicada, pois teve como proposta analisar as ocorrências dos eventos hidrológicos extremos nos municípios que compõem a Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco, tendo como base analisar o Índice em Nível de Sustentabilidade dos 14 municípios, a partir das ações de adaptação implementadas.

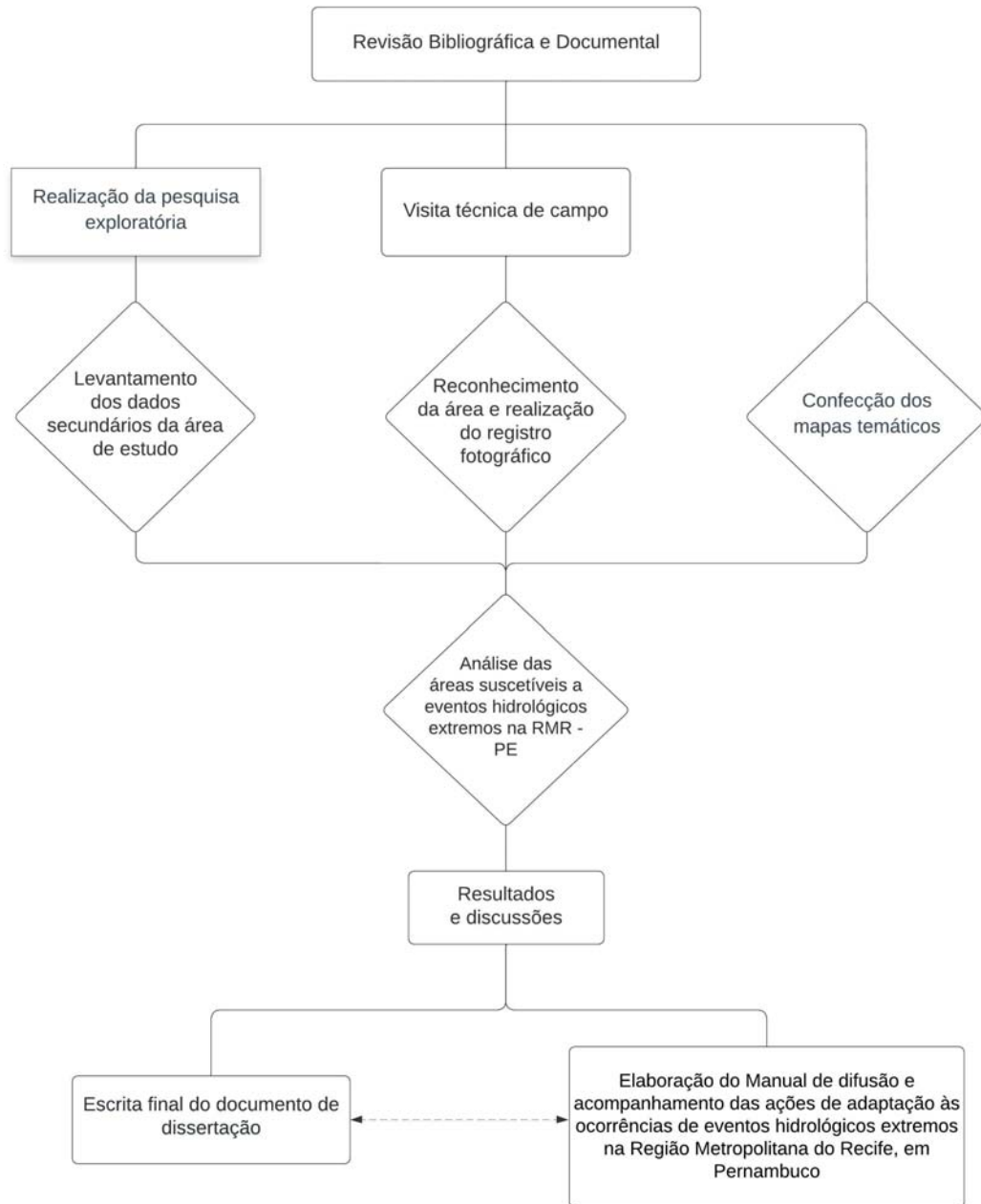
Já do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa classifica-se como exploratória, uma vez que, Mascarenhas (2012), destaca que nesse tipo de pesquisa faz-se necessário que o cientista familiarize com o tema abordado através de levantamentos bibliográficos. Neste sentido, realizou-se pesquisa bibliográfica em produções acadêmicas impressas, assim como em meio digital através da plataforma “*Lens Org*” no espaço de tempo compreendido entre o ano de 2015 a 2022, sendo estas oriundas de pesquisas referente aos seguintes descritores: urbanização, mudança climática e desenvolvimento sustentável, foram encontrados 154 trabalhos acadêmicos, entre eles: livros; artigo de jornal e dissertações.

Após a obtenção dos materiais sucedeu-se as leituras críticas e reflexivas com o intuito de conhecer, de forma mais aprofundada, o tema abordado e o conhecimento da área de estudo, sendo possível interpretar as ocorrências dos fenômenos analisados, ao mesmo tempo que foi possível quantificar dados utilizando técnicas estatísticas. Portanto, a forma de abordagem adotada denomina-se quali-quantitativa.

E, os procedimentos técnicos utilizados foram análise bibliográfica, análise documental e estudo de campo. Na sequência, foram elaborados e analisados os mapas temáticos, os quais permitiram obter as características do local estudado, e ainda auxiliou na identificação das condicionantes que contribuem para os efeitos advindos dos eventos hidrológicos extremos.

Destaca-se que ao final da dissertação, foi elaborado o de difusão e acompanhamento das ações de adaptação às ocorrências de eventos hidrológicos extremos na RMR, em Pernambuco. Na Figura 15, podem ser visualizadas as etapas do desenvolvimento da pesquisa.

Figura 15 - Fluxograma de construção das etapas da dissertação



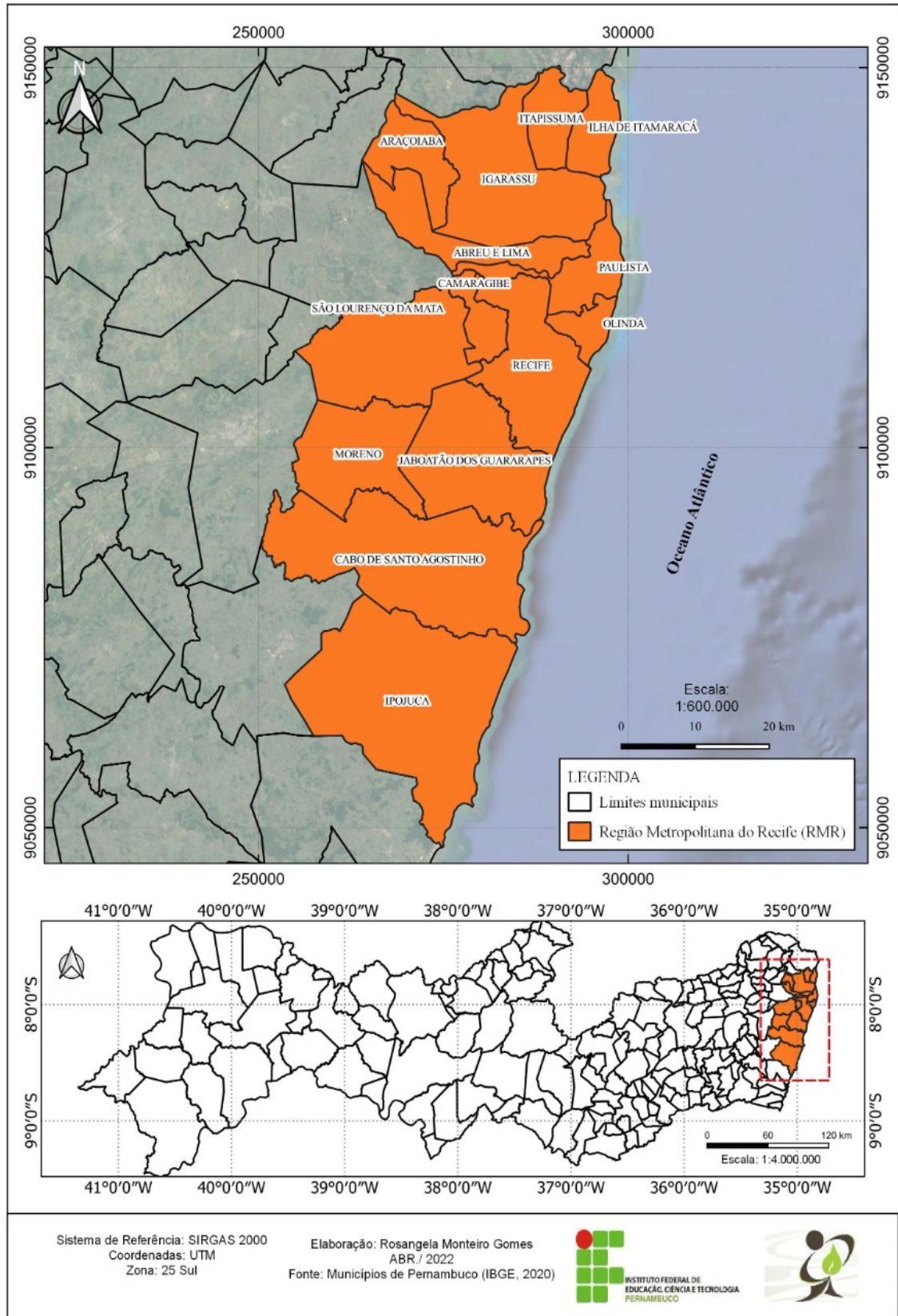
Fonte: elaborado pela autora, 2022.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Região Metropolitana do Recife (RMR), de acordo com a Lei Complementar Nº 426, de 3 de abril de 2020, é composta por 14 (quatorze) municípios pertencentes ao estado de Pernambuco, a saber: 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 (Figura 16).

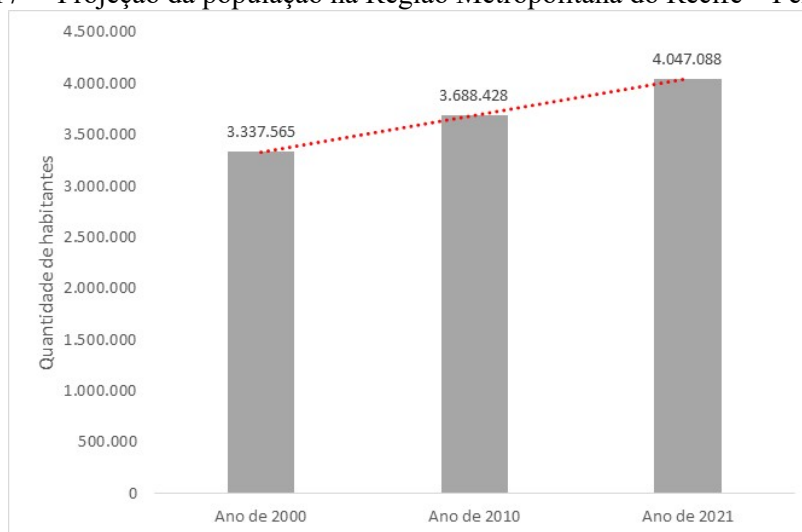
Figura 16 – Mapa de localização da Região Metropolitana do Recife - Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir de dados do IBGE, 2020.

De acordo com o IBGE (2021), a área total da RMR é de 2.764,26 km², correspondendo a 2,82% da área total do estado de Pernambuco, que é de 98.067,880 km². Na área estudada abriga-se uma população estimada, em 2021, de 4.047.088 milhões de habitantes, sendo 709.523 mil a mais do que no ano de 2000 (Figura 17).

Figura 17 – Projeção da população na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado no IBGE, 2010.

Neste sentido, observa-se que nos últimos vinte e um anos houve um acréscimo de 17,53% de habitantes residindo na RMR, em Pernambuco. No Quadro 7, estão elencados os dados demográficos dos municípios que compõem a RMR analisada.

Quadro 7 – Dados demográficos dos municípios da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco (continua)

Municípios	Área (2020)	Porcentagem da área na RMR	População urbana (2010)	População rural (2010)	População Total (2010)	População estimada (2021)
Abreu e Lima	126,384 km ²	4,57%	86.589	7.839	94.428	100.698
Araçoiaba	96,360 km ²	3,49%	15.261	2.883	18.144	20936
Cabo de Santo Agostinho	445,343 km ²	16,11%	167.830	17.293	185.123	210.796
Camaragibe	51,321 km ²	1,86%	144.506	0	144.506	159.945
Igarassu	306,879 km ²	11,10%	93.888	8.099	101.987	119.690
Ilha de Itamaracá	66,146 km ²	2,39%	17.521	4.928	22.449	27.076
Ipojuca	521,801 km ²	18,88%	59.640	20.902	80.542	99.101
Itapissuma	73,968 km ²	2,68%	18.401	5.322	23.723	27.144
Jaboatão dos Guararapes	258,724 km ²	9,36%	630.683	14.016	644.699	711.330
Moreno	196,073 km ²	7,09%	50.250	6.517	56.767	63.792

Quadro 7 – Dados demográficos dos municípios da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco (continuação)

Municípios	Área (2020)	Porcentagem da área na RMR	População urbana (2010)	População rural (2010)	População Total (2010)	População estimada (2021)
Olinda	41,300 km ²	1,49%	368.119	7.440	375.559	393.734
Paulista	96,932 km ²	3,51%	300.611	0	300.611	336.919
Recife	218,843 km ²	7,92%	1.536.934	0	1.536.934	1.661.017
São Lourenço da Mata	264,190 km ²	9,56%	96.812	6.144	102.956	114.910
TOTAL	2.764,26km²	100%	3.587.045	101.383	3.688.428	4.047,088

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado no IBGE, 2010.

Dentre os municípios supracitados, percebe-se que Ipojuca é o maior em questão territorial, representando 22,70% da área total da RMR. Já Olinda ocupa apenas 1,80%, tornando-se o menor. Todavia, o município do Recife, capital de Pernambuco, é o mais populoso, com um total estimando de habitantes para 2021 de 1.661.017, enquanto que Araçoiaba possui o menor quantitativo de municípios.

Já no que diz respeito a quantidade de pessoas habitando a zona urbana e a zona rural, no ano de 2010, é notório observar que a zona urbana abrange o maior quantitativo, chamando a atenção para os municípios de Camaragibe, Paulista e Recife que, segundo o IBGE (2010), não dispõem de zona rural.

3.2. CONFECÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS PARA IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO

A caracterização da área estudada é algo indispensável, pois é através do reconhecimento da mesma que será possível realizar a tomada de decisão. Portanto, para o reconhecimento da RMR, em Pernambuco foram elaborados nove mapas bases, a saber: mapa de localização da Região Metropolitana do Recife, mapa de uso e ocupação do solo, mapa com a localização das estações pluviométricas, mapa hidrográfico, mapa de declividade, mapa hipsométrico, mapa pedológico, mapa de vegetação e o mapa contendo a delimitação das unidades de conservação localizadas na RMR.

Para a elaboração dos mapas supracitados foram realizados *downloads* de dados vetoriais, raster, e de superfícies (Modelo Digital de Superfície) sendo estes disponíveis, de

forma gratuita, pelos órgãos públicos oficiais, como: IBGE, EMBRAPA, APAC, CPRH - SEMAS, Projeto Mapbiomas e *Global Digital Surface Model* ALOS World 3D. Em seguida, os dados adquiridos foram inseridos e manipulados no QGIS 3.16.7 utilizando critérios técnicos que permitem delinear informações para a área que se deseja analisar de forma detalhada, neste caso, a Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco.

No contexto geral, preparou-se o *layout* padrão, então, primeiramente foi inserida a delimitação da RMR. Posteriormente, foi realizado o *download* da malha territorial de Pernambuco, a qual estava disponível no sítio eletrônico do IBGE³.

Na sequência, utilizando as ferramentas disponíveis pelo software de geoprocessamento QGIS 3.16.17, destacou-se os 14 (quatorze) municípios que compõem a RMR em epígrafe, ou seja, Araçoiaba, Igarassu, Itapissuma, Ilha de Itamaracá, Abreu e Lima, Paulista, Olinda, Camaragibe, Recife, Jaboatão dos Guararapes, São Lourenço da Mata, Moreno, Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, dando origem ao mapa de localização da área de estudo.

Para confeccionar o mapa contendo a localização das estações pluviométricas dentro da RMR, foram adquiridos dados junto a APAC, mediante solicitação através da Lei de Acesso à Informação (LAI)⁴. Após o recebimento dos dados, os mesmos foram manipulados em planilha eletrônica, através do software Excel, versão 2016 e inseridos no software QGIS em formato de pontos.

Já para elaborar os mapas de uso e ocupação do solo e de vegetação foram extraídas informações do Projeto Mapbiomas da coleção 2020⁵. Enquanto que os dados referentes as unidades de conservação foram obtidos no sítio eletrônico da CPRH⁶.

No entanto, para a elaboração do mapa pedológico realizou-se o download de arquivos do tipo *shapes* no endereço eletrônico da EMBRAPA⁷. Por fim, adicionou-se no QGIS 3.16.7 o Modelo Digital de Superfície (MDS) obtida através do satélite ALOS⁸, denominada AW3D30, a qual dispõe de 30m de resolução, o mesmo, após devidamente tratado deu origem aos mapas de hidrografia, declividade e hipsometria.

Por fim, tendo como base as variáveis selecionadas por Leal, Barbosa e Aquino (2020), onde os autores buscaram analisar as áreas vulneráveis à inundação, confeccionou-se

³<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>.

⁴<https://www.lai.pe.gov.br/>

⁵https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR

⁶<http://sigcabure.cprh.pe.gov.br/maps.jsp;jsessionid=573DDAE1A6C1CE1FBC6D67D1A9685DC4>

⁷http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3ABrasil_solos_5m_20201104

⁸<https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/data/>

o mapa das áreas suscetíveis aos eventos hidrológicos extremos da área analisada, a partir do resultado da álgebra de 4 (quatro) mapas elaborados, sendo estes: área de uso e ocupação do solo, declividade, fluxo acumulado (hidrografia) e hipsometria.

Neste sentido, para identificar as áreas propícias aos eventos hidrológicos extremos, na RMR, optou-se por incrementar a análise de multicritérios, utilizando a ferramenta de geoprocessamento QGIS 3.16.7 with GRASS 7.8.5, pois o mesmo permite delimitar as áreas suscetíveis aos eventos hidrológicos extremos a partir do cruzamento das informações disponíveis nos mapas selecionados.

No entanto, acrescenta-se que no mapa correspondente a hidrografia, faz-se necessário realizar um tratamento dos dados através da ferramenta “*fill sinck*”, pertencente ao QGIS, a qual é utilizada para inserir dados do fluxo acumulado. Já no mapa de declividade adotou-se os dados em graus, enquanto que para o mapa de uso e ocupação solo adotou-se a simbologia estabelecida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Posteriormente, através da ferramenta “reclassificar por tabela” foram inseridas as quatro variantes eleitas, atreladas aos critérios de classificação de risco e os valores de ponderamento de 1 a 4, sendo que 1 corresponde ao critério classificado como risco muito baixo; 2 com o risco baixo; 3 com o risco moderado; e 4 com o risco alto, como pode ser observado no Quadro 8.

Quadro 8 – Classificação das áreas suscetíveis a eventos hidrológicos extremos através do método de multicritérios

Variante	Critérios	Classificação do risco	Ponderamento
Hidrografia (fluxo acumulado)	Fluxo acumulado de 0 a 1600	Muito Baixo	1
	Fluxo acumulado de 1601 a 5500	Baixo	2
	Fluxo acumulado de 5501 a 18000	Moderado	3
	>18000	Alto	4
Declividade	20 a 45 graus	Muito Baixo	1
	8 a 20 graus	Baixo	2
	3 a 8 graus	Moderado	3
	0 a 3 graus	Alto	4
Uso e ocupação do solo	Vegetação densa	Muito Baixo	1
	Locais internos a floresta	Baixo	2
	Mineração	Moderado	3
	Plantação (agricultura, pastagem e misto)		
	Rios, lagos e oceanos	Alto	4
	Área alagada		
	Áreas urbanas		
Outras áreas sem vegetação			
Hipsiometria	0-10m	Muito baixo	1
	11-20m	Moderado	3
	>20m	Alto	4

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado em Korah e Lopez, 2015.

Posteriormente, foram atribuídos diferentes pesos para cada variável (Quadro 9).

Quadro 9 – Pesos utilizados para análise das áreas suscetíveis a eventos hidrológicos extremos através do método de multicritérios

Variante	Peso (%)
Hidrografia (fluxo acumulado)	35
Declividade	35
Hipsiometria	15
Uso e ocupação do solo	15

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado em Santos e Ventorini, (2017).

A distribuição dos pesos levou em consideração o comentado por Cury *et al.* (2021), pois os autores esclarecem que a hidrografia tem forte influência nas inundações. Já a declividade contribui com a “força do escoamento”. Enquanto que a hipsometria é fator preocupante quando encontra-se associada a baixa declividade, e o uso e ocupação é o menos influente, porém sabe-se que corrobora com as ocorrências dos desastres.

3.3. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS ADVINDOS DOS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO, DE JANEIRO DE 2015 A JUNHO DE 2022

Para esta identificação, adotou-se como base a consulta ao ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima, da Agenda 2030 da ONU (2015), buscando aprofundar o conhecimento sobre a aplicabilidade da meta 13.1 e de seu indicador 13.1.1.

Para analisar o indicador “13.1.1 – Número de mortes, pessoas desaparecidas e pessoas diretamente afetadas atribuído a desastres por 100 mil habitantes” foram adquiridas informações no sítio eletrônico do IBGE referente ao quantitativo de habitantes existentes em cada município que compõe a RMR, como também foi realizada a busca de registros de desastres disponíveis no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), no período compreendido entre janeiro de 2015 a junho de 2022, sendo estes voltados para as questões dos efeitos advindos dos eventos hidrológicos extremos.

Na sequência, foi realizado o levantamento dos dados e, posteriormente, foram inseridos na fórmula definida pela ONU para o indicador analisado (Equação 1), e os resultados expressos na planilha eletrônica, elaborada no software Excel e representados graficamente através do mapa dos municípios com registro de desastres, sendo este

confeccionado pelo software QGIS 3.16.

$$\text{Método de cálculo} = \frac{M + D + A * 100.000}{P} \quad (1)$$

Onde,

M = Número de mortos (Mortos).

D = Número de desaparecidos (Desaparecidos).

A = Número de afetados (Feridos + Enfermos + Desabrigados + Desalojados).

P = População total.

3.4. LEVANTAMENTO DAS LEIS, PLANOS, PROJETOS E AÇÕES IMPLEMENTADOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE QUE CONTRIBUEM PARA UM MELHOR DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO A ADAPTAÇÃO A EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS

O levantamento das leis, planos, projetos e ações implementados na RMR voltados ao atendimento das metas 13.1, e do indicador 13.1.3 do ODS 13 deu-se através de consulta no sítio eletrônico das prefeituras dos quatorze municípios que fazem parte da RMR e mediante solicitação através da Lei de Acesso à Informação (LAI) no sítio eletrônico do governo. Após o recebimento dos dados, as informações foram analisadas e expressas em planilha eletrônica, elaborada no software Excel versão 2010.

Sendo assim, para o indicador “13.1.3 – Proporção de governos locais que adotam e implementam estratégias locais de redução de risco de desastres em linha com as estratégias nacionais de redução de risco de desastres”, a ONU (2015), adaptou a metodologia empregada pelo Marco de Sendai, que leva em consideração as quatro dimensões captadas pela Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), compreendendo 25 (vinte e cinco) variáveis, (Quadro 10).

Quadro 10 – Dimensões e variáveis do indicador 13.1.3 do ODS 13 da Agenda 2030

Dimensões	Variáveis
a) Instrumentos de planejamento	<ul style="list-style-type: none"> – Plano Diretor que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas (A183) – Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas (A184) – Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas (A185) – Plano Diretor que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas (A186) – Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas (A187) – Lei específica que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas (A188) – Plano Municipal de Redução de Riscos (A189) – Carta geotécnica de aptidão à urbanização (A190)
b) Gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas	<ul style="list-style-type: none"> – Mapeamentos de áreas de risco de enchentes ou inundações (A196) – Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco (A197) – Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres (A198) – Plano de Contingência (A199) – Projetos de engenharia relacionados ao evento; Sistema de alerta antecipado de desastres (A200) – Sistema de alerta antecipado de desastres (A201) – Cadastro de risco (A202)
c) Gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de escorregamentos ou deslizamento de encostas	<ul style="list-style-type: none"> – Mapeamentos de áreas de risco em encostas (A206) – Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco (A207) – Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres (A208) – Plano de Contingência (A209) – Projetos de engenharia relacionados ao evento (A210) – Sistema de alerta antecipado de desastres (A211) – Cadastro de risco (A212)
d) Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres	<ul style="list-style-type: none"> – Unidade do Corpo de Bombeiros (A220) – Coordenação Municipal de Defesa Civil (A221) – Núcleos Comunitários de Defesa Civil (A225)

Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir da ONU, 2015.

Para compor cada dimensão foram traçadas estratégias de gestão, sendo que para considerar que o município adota “Estratégia Local de Redução do Risco de Desastres”, o governo local deve ter uma variável satisfatória e atender, pelo menos 3 (três) das 4 (quatro) dimensões (ONU, 2015). Portanto, para calcular o percentual de municípios que adotam as

estratégias foi utilizada a Equação 2.

$$\text{Quantidade de estratégias por Municípios} = (C+D)*100/T \quad (2)$$

Onde,

Quantidade de estratégias por Município: A - 1 B - 2 C - 3 D - 4

T = Total municípios por Estado

Tendo como resultado a proporção de municípios que adotam e implementam estratégias de redução de risco de desastres por estado.

Porém, para este estudo houve adaptação, visto que se trata de área de nível local abrangendo a questão dos eventos hidrológicos extremos. Portanto, primeiramente foi analisada a dimensão “a, b e d”, e as quinze variáveis que dizem respeito aos eventos hidrológicos extremos (Quadro 11).

Quadro 11 – Dimensões e variáveis do indicador 13.1.3 do ODS 13 da Agenda 2030 aplicadas a questão das inundações

Dimensões	Variáveis
a) Instrumentos de planejamento	<ul style="list-style-type: none"> – Plano Diretor que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas (A183) – Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas (A184) – Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas (A185) – Plano Municipal de Redução de Riscos (A189) – Carta geotécnica de aptidão à urbanização (A190)
b) Gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas	<ul style="list-style-type: none"> – Mapeamentos de áreas de risco de enchentes ou inundações (A196) – Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco (A197) – Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres (A198) – Plano de Contingência (A199) – Projetos de engenharia relacionados ao evento; Sistema de alerta antecipado de desastres (A200) – Sistema de alerta antecipado de desastres (A201) – Cadastro de risco (A202)
d) Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres	<ul style="list-style-type: none"> – Unidade do Corpo de Bombeiros (A220) – Coordenação Municipal de Defesa Civil (A221) – Núcleos Comunitários de Defesa Civil (A225)

Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir da ONU, 2015.

Para classificar o desempenho dos municípios da Região Metropolitana do Recife em relação a implementação de “Estratégia Local de Redução do Risco de Desastres” foram atribuídas pontuações, a saber:

- Pontuação “1” para atendimento as variáveis pertencentes à dimensão “A”, “B” e “D”;
- Pontuação “0” para as variáveis não atendidas em qualquer dimensão.

Posteriormente, tendo como base o resultado da subtração entre o atendimento às variáveis, denominado neste estudo, como “Variável de Sustentabilidade” e o Fator Corretivo de Sustentabilidade expresso na Equação 3, foi calculado o Índice em Nível de Sustentabilidade. Esclarece-se que o Fator Corretivo de Sustentabilidade foi criado a partir do entendimento de que se ocorreu o desastre é porque as variáveis existentes não estão sendo implementadas de forma efetiva.

$$\text{Índice em Nível de Sustentabilidade (\%)} = \text{VS} - \text{FCS} \quad (3)$$

Onde,

VS = Variável de Sustentabilidade: resultado da pontuação obtida levando em consideração o atendimento das variáveis elencadas pela ONU nas dimensões A, B e D.

FCS = Fator Corretivo de Sustentabilidade: registro de desastre no período analisado, ou seja, de janeiro de 2015 a junho de 2022, sendo considerado a perda de 13,32% do nível de sustentabilidade por ano, para o intervalo de tempo de 2015 a 2021 mais a perda de 6,76% para o ano de 2022, visto que a análise se deu até o mês de junho.

Neste contexto, a Variável de Sustentabilidade (VS) foi calculada pela Equação 4,

$$\text{Variável de Sustentabilidade}_{(VS)} = \left\{ \left[\sum_{j=1}^{15} a_{ij} \right] * 100 \right\} / T \quad (4)$$

Onde,

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} = \text{Somatório das variáveis}$$

100 = Constante admitida pela ONU

T = Total de municípios abrangido pela Região Metropolitana do Recife, ou seja, 14 (quatorze) municípios.

Já o Fator Corretivo de Sustentabilidade (FCS) foi obtido através da Equação 5.

$$\text{Fator Corretivo de Sustentabilidade (FCS)} = \text{FCS}_1 + \text{FCS}_2 \quad (5)$$

Onde,

$\Delta t_{\text{anos}} = t_{\text{(total)}} - t_{\text{(sem registro de desastre)}}$

$\text{FCS}_1 [\text{de 2015 a 2021}] = \Delta t * 7 * 13,32\%$, e

$\text{FCS}_2 [2022] = 6,76\%$

A partir do resultado obtido, os Índices em Níveis de Sustentabilidade foram categorizados, conforme encontra-se expresso no Quadro 12.

Quadro 12 – Categorização dos índices em níveis de sustentabilidade

Índices (0 – 100)	Nível de Sustentabilidade	Coloração
0 – 25,99	Ameaçada	
26 – 50,99	Estagnada	
51 – 75,99	Progresso insuficiente	
76 - 100	Progresso satisfatório	

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado do GT Agenda 2030, 2021.

- Ameaçada: quando as variantes não foram elaboradas comprometendo o alcance da meta.
- Estagnada: quando a elaboração das variantes não atingiu mais de 50%.
- Progresso insuficiente: quando as variantes são elaboradas, mas a passos lentos.
- Progresso satisfatório: quando as variantes foram elaboradas significando a implementação do indicador, tendo como resultado a possibilidade de atingir a meta ao final da Agenda 2030.

Na sequência, foi elaborado o mapa representativo do Índice em Nível de Sustentabilidade de cada município, o qual foi confeccionado no software QGIS 3.16.7.

3.5. PROPOSIÇÃO DE AÇÕES ESTRATÉGICAS VISANDO MINIMIZAR OS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO

Para propor as ações estratégicas, primeiramente analisou-se as condicionantes que contribuem para as ocorrências dos desastres, a partir do diagnóstico ambiental da área, tendo como base os mapas temáticos elaborados neste estudo. Na sequência, consultou-se o atendimento às variáveis propostas pela ONU, por município que fazem parte da RMR, em Pernambuco.

Por fim, as ações estratégicas foram elencadas numa planilha eletrônica, utilizando o software Excel. Então, para as variáveis não atendidas, sugeriu-se a elaboração. Já para as variáveis atendidas, propôs-se sua atualização. Neste contexto, acrescentou-se a criação de instrumento de incentivo financeiro, visando maior aderência ao atendimento das metas e indicadores do ODS 13 por parte dos municípios analisados.

3.6. ELABORAÇÃO DO MANUAL DE DIFUSÃO E ACOMPANHAMENTO DAS AÇÕES DE ADAPTAÇÃO ÀS OCORRÊNCIAS DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO

Para a elaboração do Manual de difusão e acompanhamento das ações de adaptação às ocorrências de eventos hidrológicos extremos na RMR, em Pernambuco, optou-se pela produção de um documento ilustrativo e de fácil entendimento, visando despertar o interesse pela leitura tanto do público entendedor quanto do público leigo no assunto que diz respeito à mudança climática e seus efeitos adversos, com foco nos eventos hidrológicos extremos.

Neste sentido, primeiramente definiu-se o modelo do arquivo, aderindo características semelhantes a logomarca representativa do ODS 13, da Agenda 2030. Na sequência, utilizou-se o software Canva, com o objetivo de montar o Manual supracitado. Posteriormente, definiu-se os conteúdos a serem abordados, tendo como base as informações obtidas no decorrer da dissertação.

Sendo assim, a estrutura adotada no referido Manual de difusão e acompanhamento, foi:

- Apresentação
- Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco

- Desenvolvimento sustentável
- Urbanização
- Mudanças Climáticas
- Impactos advindos dos eventos hidrológicos extremos nos municípios da Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco, de janeiro de 2015 a junho de 2022
- Proposição de ações estratégicas visando minimizar os efeitos dos eventos hidrológicos extremos na RMR, em Pernambuco
- Referências

Ressalta-se que o mesmo compõe o **Apêndice A**, do presente documento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão apresentados os resultados obtidos na pesquisa, os quais permitiram analisar as ocorrências dos eventos hidrológicos extremos nos municípios da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco e as ações de adaptação implementadas.

Ainda, será apresentada a associação das metas e indicadores do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima da Agenda 2030 da ONU (2015) aplicados a RMR, a qual proporcionou identificar os pontos fortes e francos do desempenho dos municípios no que diz respeito aos riscos e adaptação as mudanças climáticas.

Sendo assim, os resultados nortearam a elaboração do Manual de difusão e acompanhamento das ações de adaptação às ocorrências de eventos hidrológicos extremos na RMR, em Pernambuco, e este servirá de apoio para os atores sociais visando auxiliar na tomada de decisão ao enfrentamento dos efeitos advindo dos eventos extremos associados ao risco.

4.1. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO

Este subitem aborda as características técnicas da área de estudo no que diz respeito aos aspectos dos meios socioeconômico (uso e ocupação do solo), abiótico e biótico.

Já no aspecto do meio físico foram analisados os dados referentes a pluviometria, hidrografia, declividade, hipsométrico e da pedologia. Enquanto que no meio biótico buscou-se informações a respeito do quantitativo de remanescente do bioma Mata Atlântica existente na área analisada, assim como foram mapeadas as unidades de conservação localizadas dentro da poligonal que delimita a área estudada.

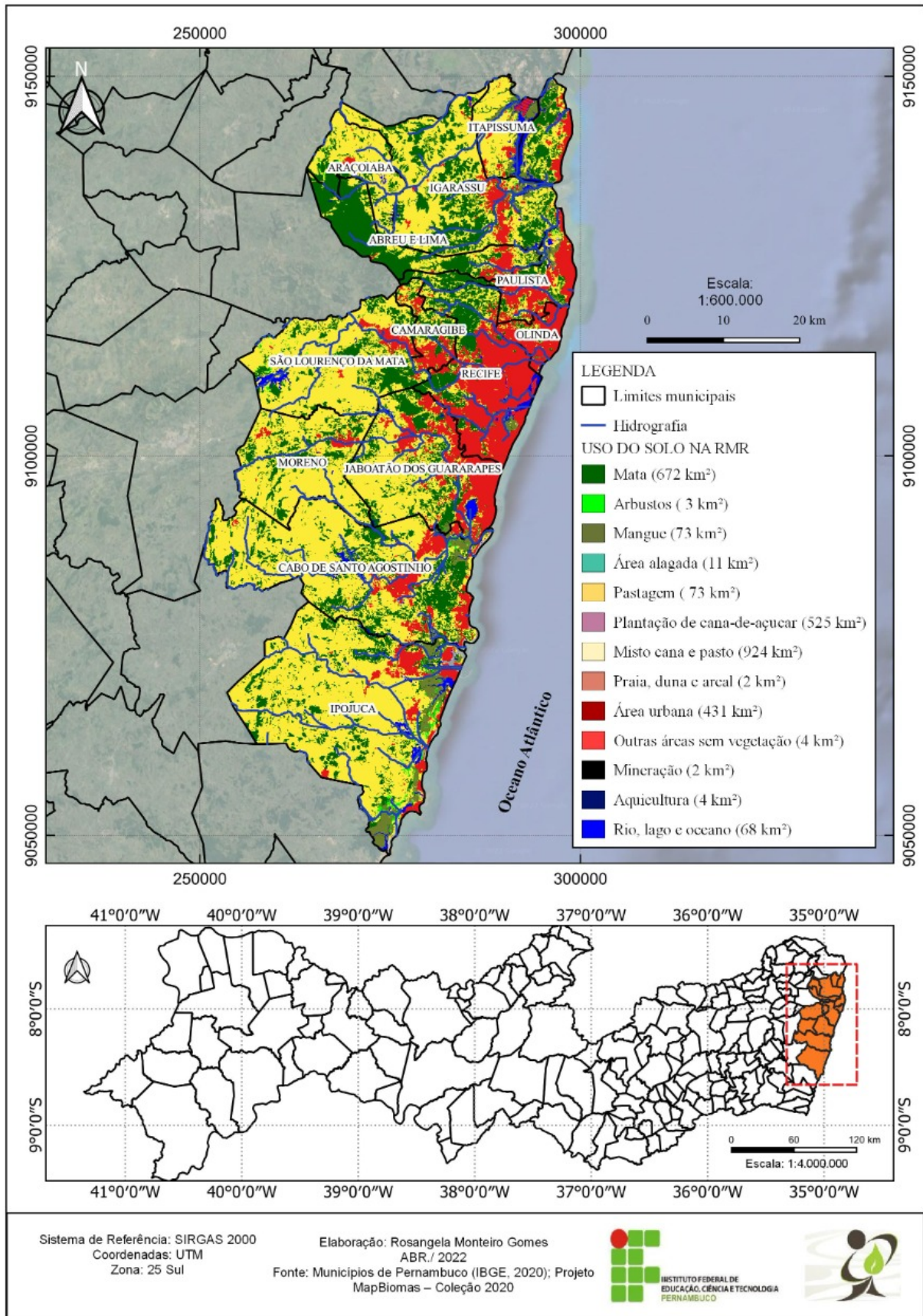
4.1.1. Aspectos do meio socioeconômico

Na poligonal que abrange a Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco o uso e ocupação do solo, atualmente, é diversificado, pois de acordo com os dados coletados através do Projeto MapBiomias – Coleção 2020, a área de estudo é composta por pastagem, plantação

de cana-de-açúcar, praias, área urbanizada, local sem vegetação, área de mineração, aquicultura e os cursos de água.

Na Figura 18 é notório observar que o município do Recife, capital de Pernambuco, é o local mais urbanizado da RMR, e esta urbanização desenfreada trouxe consequências, pois ao cessar os espaços apropriados para habitação, seja pelo espaço geográfico ou pela falta de poder aquisitivo, à população tendeu a habitar as margens dos cursos de água, concretizando o que foi defendido por Nunes (2015), ao falar sobre as mudanças significativa que a população exerce no meio ambiente natural.

Figura 18 – Mapa de uso e ocupação do solo na Região Metropolitana do Recife - Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir do IBGE, 2020 e do Projeto MapBiomass, 2020.

No Quadro 13 encontra-se elencado os tipos de uso e ocupação do solo na área estudada.

Quadro 13 – Uso e ocupação do solo na Região Metropolitana do Recife - P

Uso do solo	Área (km ²)	% dentro da RMR - PE
Mata	672	24,06
Arbustos	3	0,10
Mangue	73	2,61
Área alagada	11	0,39
Pastagem	73	2,61
Plantação de cana-de-açúcar	525	18,80
Misto cana e pasto	924	33,09
Praia, dunas e areal	2	0,07
Área Urbana	431	15,43
Outras áreas sem vegetação	4	0,14
Mineração	2	0,07
Aquicultura	4	0,14
Rio, lago e oceano	68	2,43

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado no IBGE, 2020.

Ao analisar os dados coletados verificou-se que o uso misto, sendo este composto de pastagem com plantio de cana-de-açúcar abrange cerca de 33,09% da área total da RMR, e ao somar com as áreas separadas esse tipo de uso do solo alcança um total de 54,50%. Outro uso que merece destaque é a área urbanizada que diz respeito a 15,43%, sendo essa constituída por residências, comércios, shopping, instituição de ensino. Já nos municípios de Araçoiaba, Itapissuma, Moreno, Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca predomina a pastagem.

Neste sentido, observa-se nas Figuras 19 e 20, as quais retratam o uso e ocupação do solo no município do Recife e em Jaboatão dos Guararapes, respectivamente, onde é perceptível visualizar o comentário feito por Singer (2017), pois nesta localidade do Recife há infraestrutura de alto padrão, enquanto que na área pertencente a Jaboatão é perceptível a ausência de infraestrutura, logo torna-se um local mais propício a sofrer desastres ambientais, retratando o isolamento entre ricos e pobres comentado por Cardoso, Silva e Guerra (2020).

Figura 19 – Bairro do Tejipió, em Recife – Pernambuco



Fonte: a autora, 2021.

Figura 20 – Bairro Alto das Colinas, em Jaboatão dos Guararapes - Pernambuco



Fonte: a autora, 2021.

Já a Figura 21 mostra a presença de vegetação, enquanto que na Figura 22 observa-se o contraste entre a paisagem do mangue e as construções de palafitas, e é justamente nestas palafitas que as pessoas perderam o direito de viver com dignidade e segurança, devido a fatores econômicos, como abordado por Arakaki (2020).

Figura 21 – São Lourenço da Mata – Pernambuco



Fonte: a autora, 2021.

Figura 22 – Bairro da Imbiribeira, em Recife – Pernambuco



Fonte: a autora, 2021.

No Quadro 14 estão elencados os dados econômicos da RMR, em Pernambuco. Segundo o IBGE, (2019), mais de 50% da população, de todos os municípios analisados, está desempregada, e ressalta-se que atualmente esse número pode ser mais alto, devido ao processo de pandemia ocasionado pelo novo Coronavírus que teve início no ano de 2020 e perdura até os dias atuais.

Quadro 14 – Dados econômicos dos municípios da Região Metropolitana do Recife - Pernambuco

Municípios	População ocupada em 2019 (%)	PIB per capita em 2019 R\$	IDHM (2010)
Abreu e Lima	12,8	17.756,99	0,679
Araçoiaba	8,8	7.289,28	0,592
Cabo de Santo Agostinho	19,9	47.924,83	0,686
Camaragibe	9,5	13.514,39	0,692
Igarassu	17,2	22.720,23	0,665
Ilha de Itamaracá	6,2	9.679,82	0,653
Ipojuca	35,2	132.206,17	0,619
Itapissuma	20,8	69.380,68	0,633
Jaboatão dos Guararapes	14,9	19.750,50	0,717
Moreno	10,1	11.073,15	0,652
Olinda	20,5	14.713,81	0,735
Paulista	11,5	13.681,83	0,732
Recife	43,7	33.232,26	0,772
São Lourenço da Mata	9,8	11.121,96	0,653

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado no IBGE, 2019.

Outro indicador que merece destaque é o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, que de acordo com o IBGE (2019), é o resultado da soma de todos os bens e serviços dividido pelo número de habitantes em um determinado tempo. Neste sentido, destaca-se o município de Ipojuca, o qual apresentou PIB *per capita* de R\$ 132.206,17 e Araçoiaba com o menor (PIB) *per capita*, sendo este de apenas R\$ 7.289,28.

E, em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) apenas quatro municípios apresentaram IDHM classificados como alto, a saber: Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista e Recife. Os demais encontram-se classificados como médio.

4.1.2. Aspectos do meio abiótico

De acordo com a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), 2022, a RMR, em Pernambuco apresenta clima do tipo tropical chuvoso, quente e úmido. A APAC, juntamente com a Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA); com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), atualmente são os órgãos responsáveis, a nível estadual e nacional, pelo monitoramento pluviométrico sendo este definido como a quantidade de chuva que é medida em 1m² em uma determinada localidade.

Ainda de acordo com APAC, na Região Metropolitana do Recife existem 65 (sessenta e cinco) estações pluviométricas (Quadro 15).

Quadro 15 - Dados de localização das estações pluviométricas na Região Metropolitana do Recife - Pernambuco (continuação)

Nº	Cód. IBGE/Apac	Município	Estação	Coordenadas		Pertence
				Lat	Lon	
1	260005401A	Abreu e Lima	Abreu e Lima (Distrito Industrial - Timbó)	-7.917	-34.898	CEMADEN
2	260290204A	Cabo	Cabo (Enseada dos Corais)	-8.33	-34.956	CEMADEN
3	260345401A	Camaragibe	Recife (Timbi)	-8.022	-34.994	ANA APAC
4	260345401A	Camaragibe	Camaragibe (Timbi)	-8.026	-34.993	CEMADEN
5	260345402A	Camaragibe	Camaragibe (Alberto Maia)	-8.02	-35.003	CEMADEN
6	260345404A	Camaragibe	Camaragibe (Jardim Primavera)	-8.012	-34.969	CEMADEN
7	260345405A	Camaragibe	Camaragibe (Vila da Fábrica)	-7.999	-34.98	CEMADEN
8	260680403A	Igarassu	Igarassu (Alto do Céu)	-7.807	-34.933	CEMADEN
9	260680405A	Igarassu	Igarassu (Cruz de Rebouças 2)	-7.871	-34.862	CEMADEN
10	260720802M	Ipojuca	Ipojuca (Suape)	-8.391	-34.973	APAC
11	260720801A	Ipojuca	Ipojuca (Centro)	-8.4	-35.064	CEMADEN
12	260720803A	Ipojuca	Ipojuca (Porto de Galinhas)	-8.507	-35.004	CEMADEN
13	260720804A	Ipojuca	Ipojuca (Rurópolis)	-8.411	-35.07	CEMADEN
14	260790101U	Jaboatão dos Guararapes	São Lourenço da Mata (Recife)	-8.076	-34.987	APAC
15	260790111A	Jaboatão dos Guararapes	Jaboatão dos Guararapes (Prazeres)	-8.154	-34.920	ANA APAC
16	260790112A	Jaboatão dos Guararapes	Jaboatão dos Guararapes (Piedade)	-8.159	-34.911	ANA APAC
17	260790101A	Jaboatão dos Guararapes	Jaboatão dos Guararapes (Muribeca)	-8.157	-34.968	CEMADEN
18	260790102A	Jaboatão dos Guararapes	Jaboatão dos Guararapes (Cavaleiro2)	-8.09	-34.97	CEMADEN
19	260790104A	Jaboatão dos Guararapes	Jaboatão dos Guararapes (Prazeres)	-8.188	-34.953	CEMADEN
20	260790106A	Jaboatão dos Guararapes	Jaboatão dos Guararapes (Piedade)	-8.154	-34.914	CEMADEN
21	260790107A	Jaboatão dos Guararapes	Jaboatão dos Guararapes (Centro)	-8.112	-35.015	CEMADEN
22	260790108A	Jaboatão dos Guararapes	Jaboatão dos Guararapes (Curado II)	-8.08	-34.997	CEMADEN
23	260790109A	Jaboatão dos Guararapes	Jaboatão dos Guararapes (Barra de Jangada)	-8.22	-34.932	CEMADEN
24	260790110A	Jaboatão dos Guararapes	Jaboatão dos Guararapes (Cajueiro Seco)	-8.168	-34.928	CEMADEN
25	260940201H	Moreno	Moreno	-8.116	-35.1	ANA
26	260940202A	Moreno	Moreno (Centro)	-8.118	-35.101	CEMADEN
27	260940201A	Moreno	Moreno (Sertãozinho de Cima)	-8.105	-35.195	CEMADEN
28	260960007A	Olinda	Olinda (Alto da Bondade)	-7.986	-34.908	ANA APAC
29	260960008A	Olinda	Olinda (Salgadinho)	-8.036	-34.869	ANA APAC
30	260960009A	Olinda	Olinda (Rio Doce)	-7.960	-34.831	ANA APAC
31	260960002A	Olinda	Olinda (Aguazinha)	-7.999	-34.887	CEMADEN
32	260960003A	Olinda	Olinda (Bonsucesso)	-8.008	-34.851	CEMADEN
33	260960004A	Olinda	Olinda (Jardim Fragoso)	-7.984	-34.853	CEMADEN
34	260960005A	Olinda	Olinda (Tabajara)	-7.973	-34.868	CEMADEN
35	261070706A	Paulista	Paulista (Paratibe)	-7.929	-34.903	CEMADEN
36	261070702A	Paulista	Paulista (Vila Torres Galvão)	-7.958	-34.876	CEMADEN
37	261070703A	Paulista	Paulista (Maria Farinha)	-7.853	-34.836	CEMADEN
38	261070704A	Paulista	Paulista (Janga)	-7.918	-34.829	CEMADEN
39	261070705A	Paulista	Paulista (Janga 2)	-7.954	-34.83	CEMADEN
40	261160624A	Recife	Recife (INMET)	-8.05	-34.95	INMET
41	261160625A	Recife	Recife (Boa Vista)	-8.050	-34.889	ANA APAC
42	261160626A	Recife	Recife (Bongi)	-8.063	-34.924	ANA APAC
43	261160627A	Recife	Recife (Macaxeira)	-8.010	-34.939	ANA APAC
44	261160628A	Recife	Recife (Caçote)	-8.098	-34.925	ANA APAC
45	261160629A	Recife	Recife (Cabanga)	-8.080	-34.893	ANA APAC
46	261160630A	Recife	Olinda (Sítio Novo)	-8.020	-34.873	ANA APAC
47	261160603A	Recife	Recife (Estação Experimental UFRPE)	-8.018	-34.947	CEMADEN

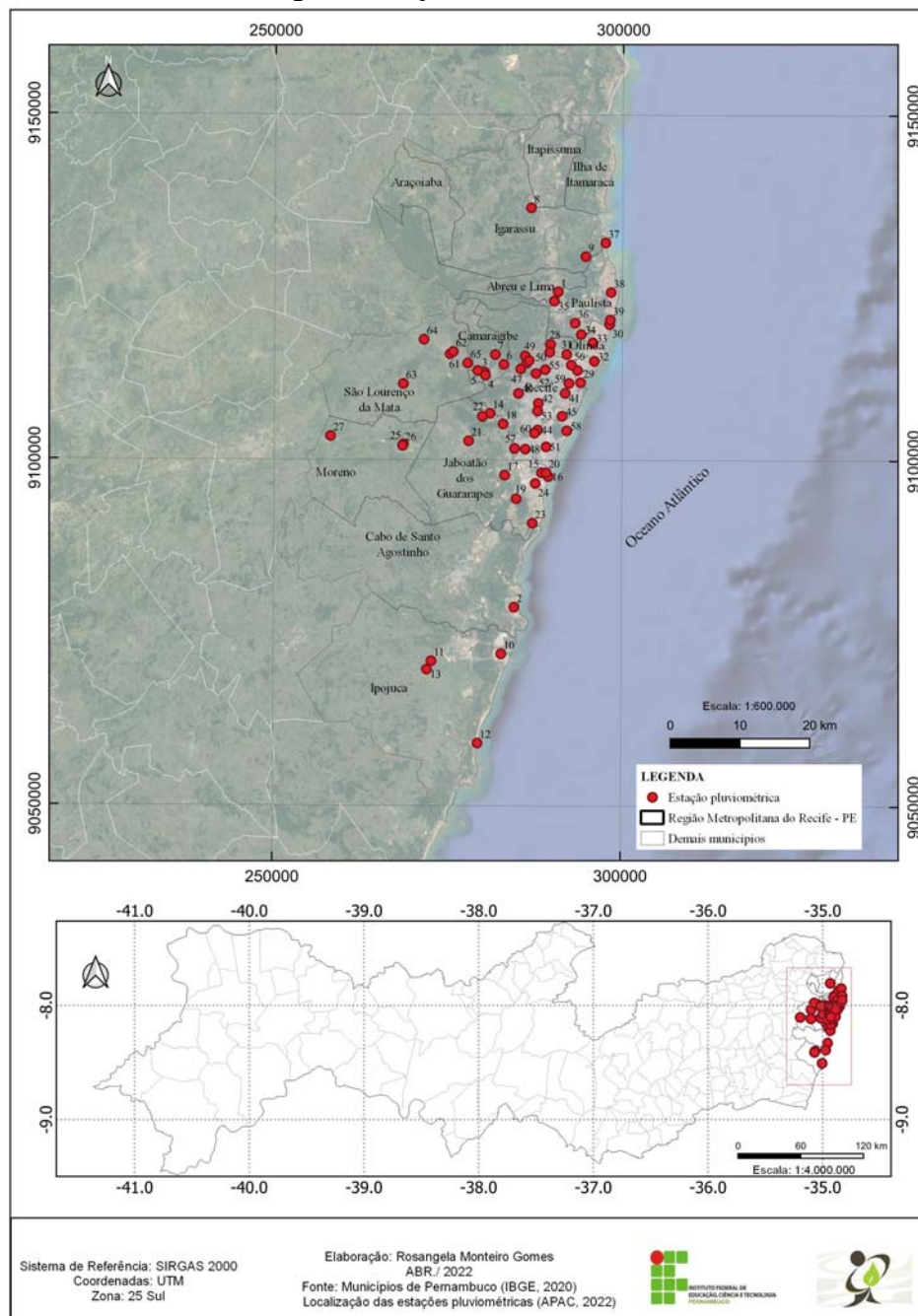
Quadro 15 - Dados de localização das estações pluviométricas na Região Metropolitana do Recife - Pernambuco (continuação)

Nº	Cód. IBGE/Apac	Município	Estação	Coordenadas		Pertence
				Lat	Lon	
48	261160604A	Recife	Recife (USF Alto Bela Vista-Ibura)	-8.123	-34.941	CEMADEN
49	261160605A	Recife	Recife (UPA de Nova Descoberta)	-8.001	-34.941	CEMADEN
50	261160606A	Recife	Recife (Dois Unidos)	-7.996	-34.909	CEMADEN
51	261160609A	Recife	Recife (UPA da Imbiribeira)	-8.120	-34.914	CEMADEN
52	261160610A	Recife	Recife (Alto Mandu)	-8.024	-34.927	CEMADEN
53	261160619A	Recife	Recife (San Martin)	-8.073	-34.925	CEMADEN
54	261160608A	Recife	Recife (Córrego do Jenipapo)	-8.007	-34.936	CEMADEN
55	261160613A	Recife	Recife (Morro da conceição)	-8.019	-34.915	CEMADEN
56	261160614A	Recife	Recife (Campinha do Barreto)	-8.013	-34.881	CEMADEN
57	261160615A	Recife	Recife (Ibura)	-8.122	-34.955	CEMADEN
58	261160617A	Recife	Recife (Pina)	-8.099	-34.887	CEMADEN
59	261160618A	Recife	Recife (Torreão)	-8.037	-34.884	CEMADEN
60	261160621A	Recife	Recife (Areias)	-8.102	-34.929	CEMADEN
61	261370105H	São Lourenço da Mata	São Lourenço da Mata	-7.998	-35.039	ANA
62	261370101A	São Lourenço da Mata	São Lourenço da Mata (Barra do Riachão)	-7.995	-35.035	CEMADEN
63	261370102A	São Lourenço da Mata	São Lourenço da Mata (Nossa Senhora da Luz)	-8.037	-35.1	CEMADEN
64	261370103A	São Lourenço da Mata	São Lourenço da Mata (Tiúma)	-7.979	-35.073	CEMADEN
65	261370104A	São Lourenço da Mata	São Lourenço da Mata (Rua dos Milagres)	-8.01	-35.016	CEMADEN

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado na APAC, 2022.

Na Figura 23 pode ser observada a localização das estações pluviométricas supracitadas. Porém, percebe-se que nem todos os municípios, como por exemplo, Araçoiaba, Ilha de Itamaracá e Itapissuma dispõem desse instrumento essencial de monitoramento da quantidade de chuva. No entanto, é perceptível que Recife é o município com o maior número de estações pluviométricas, as quais foram distribuídas por todo território recifense, permitindo com isso, um bom monitoramento.

Figura 23 – Mapa de localização das estações pluviométricas na Região Metropolitana do Recife - Pernambuco

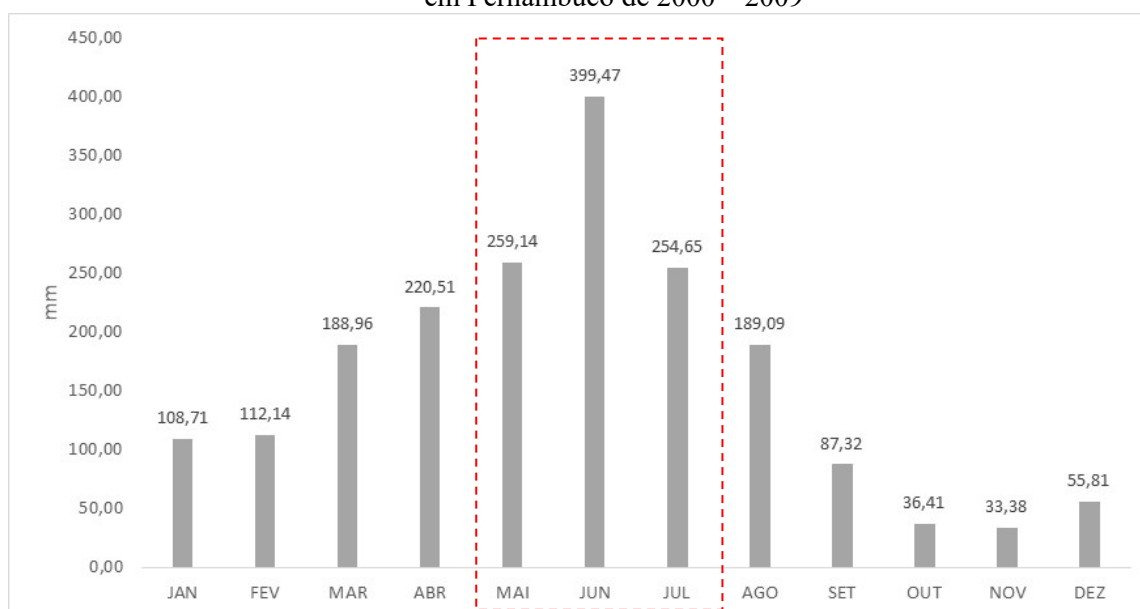


Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir do IBGE, 2020 e da APAC, 2022.

De acordo com os dados obtidos através das estações pluviométricas instaladas dentro da poligonal que delimita a Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco elaborou-se três gráficos, sendo o primeiro com os dados obtidos no intervalo de tempo do ano de 2000 a 2009; o segundo com os dados coletados durante os anos de 2010 a 2019; e o terceiro e último mostra os dados pluviométricos dos anos de 2020 e 2021.

Percebe-se que os meses mais chuvosos, entre os anos de 2000 a 2009, foram maio, junho e julho, com destaque para junho devido ter registrado precipitação média de 399,47 mm (Figura 24).

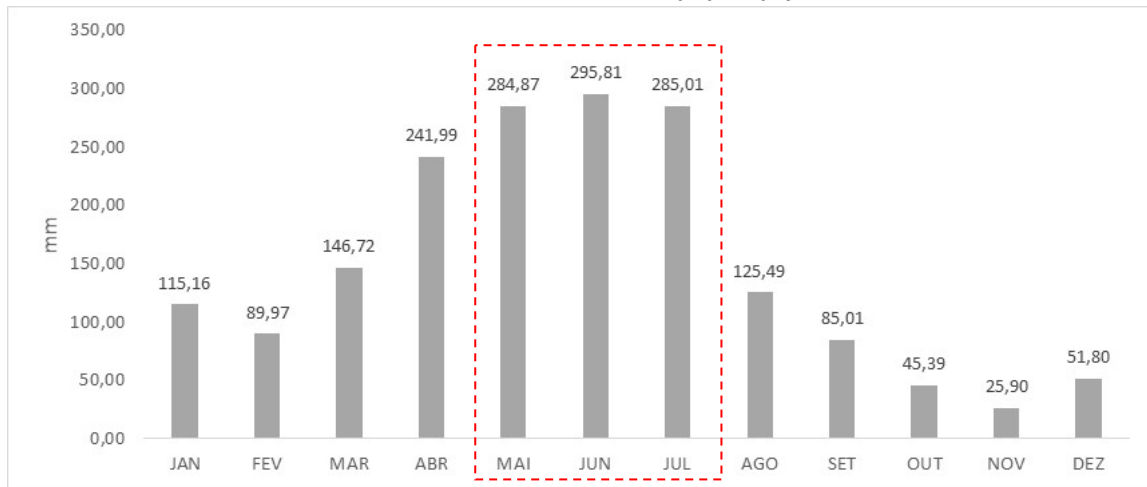
Figura 24 – Precipitação média na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco de 2000 – 2009



Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado da APAC, 2022.

Durante o ano de 2010 a 2019 os meses mais chuvosos também foram maio, junho e julho, porém a precipitação entre os mesmos equipara-se, mas ainda observa-se que junho foi o mês com maior precipitação (Figura 25).

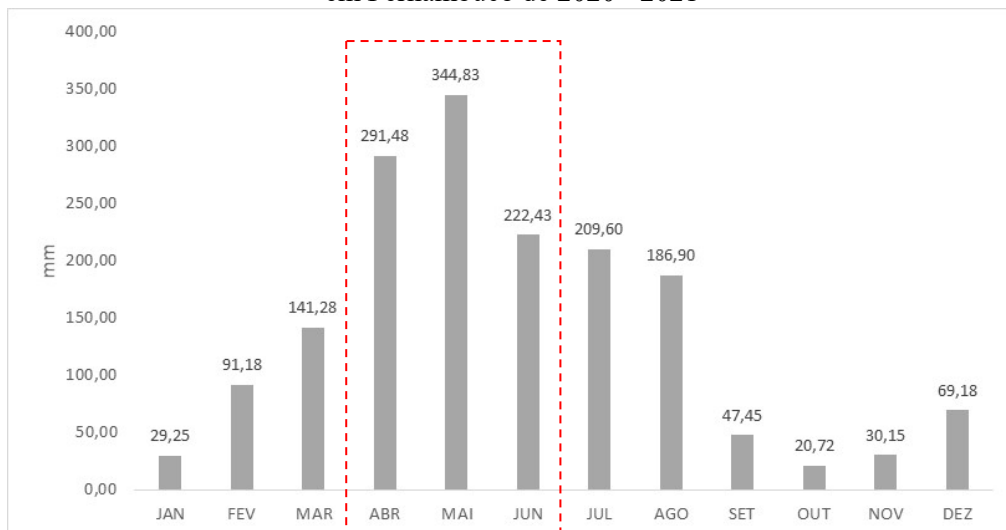
Figura 25 – Precipitação média na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco de 2010 - 2019



Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado da APAC, 2022.

E, nos dois últimos anos, ou seja, 2020 e 2021 o mês de junho registrou precipitação média de 344,83 mm, diferenciando de julho no total de 122,4 mm (Figura 26). Já o mês de outubro foi o que registrou a menor quantidade de chuva.

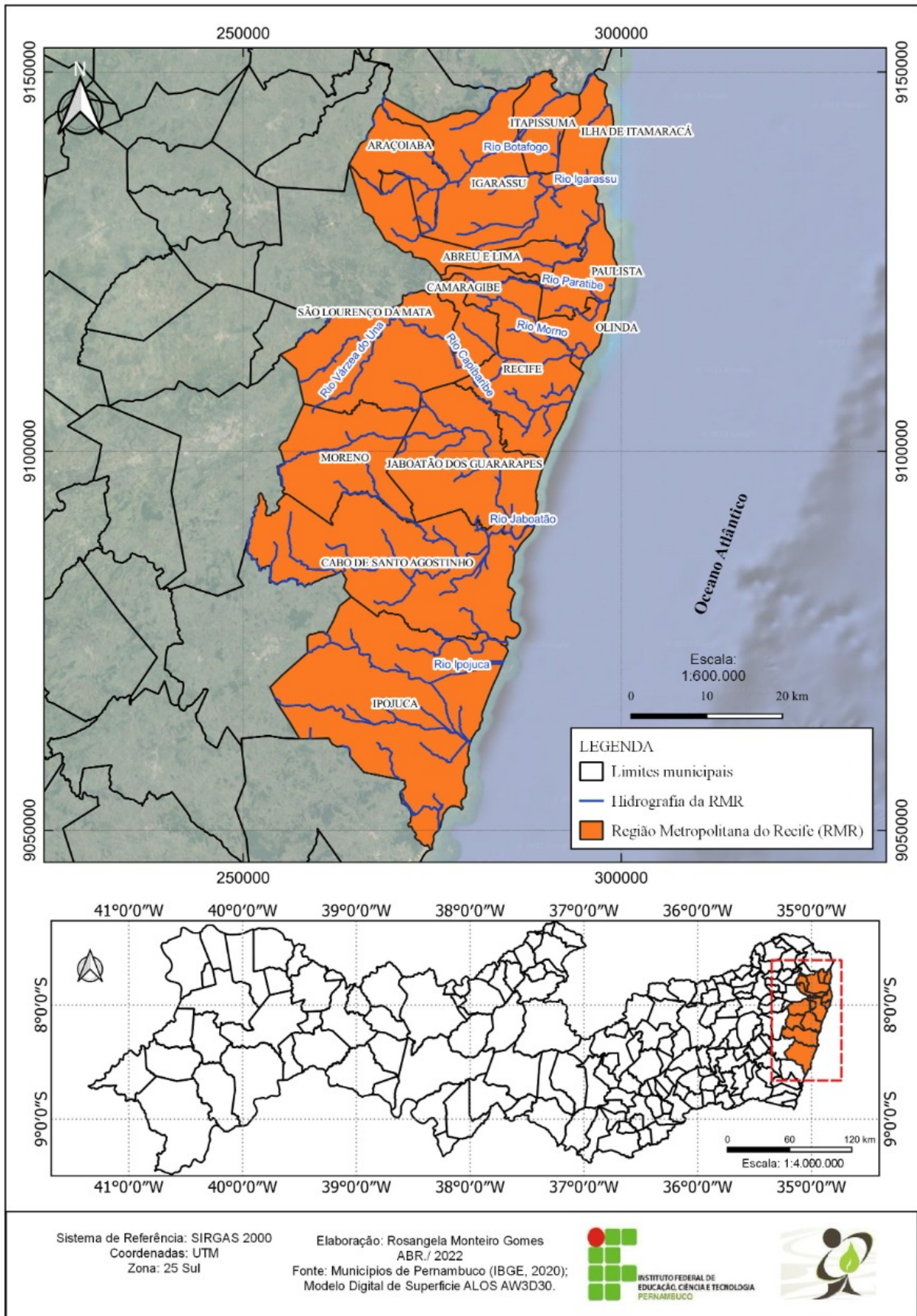
Figura 26 – Precipitação média na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco de 2020 - 2021



Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado da APAC, 2022.

Diante desses resultados, pode-se concluir que os meses mais chuvosos na RMR – PE, durante o período compreendido de 2000 a 2021 foram maio, junho e julho. Neste contexto, as águas pluviais tendem a escoarem para os cursos de água, e através do Modelo Digital de Superfície (MDS), denominado AW3D30, utilizado na elaboração do mapa hidrográfico, percebe-se que a área estudada é contemplada com uma rica coleção hídrica (Figura 27).

Figura 27 – Mapa hidrográfico da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir do IBGE, 2020 e da Global Digital Surface Model ALOS World 3D, 2022.

Neste sentido, destaca-se os seguintes rios: Botafogo, Igarassu, Paratibe, Morno, Beberibe, Capibaribe, Várzea do Una, Tejipió, Jaboatão e Pirapama. Esses rios, nos trechos mais urbanizados, sofrem com as interferências humanas, pois ao longo do tempo os mesmos passaram a ser corpos receptores de efluentes *in natura* e de resíduos sólidos, além de serem estrangulados devido a ocupação em suas margens (Figuras 28 e 29).

Figura 28 - Ocupação nas margens do rio Tejipió, na Comunidade Sapo Nu, Recife - Pernambuco



Fonte: a autora, 2021.

Figura 29 - Descarte de resíduos sólidos no rio Tejipió, na Rua João Paulo II, Areias, Recife - Pernambuco



Fonte: a autora, 2021.

Ressalta-se que a RMR, em Pernambuco apresenta declividade que varia de 0° a 45°, e são justamente nas margens dos cursos de água onde há registros das declividades mais baixas. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), desde 1979, é a partir da declividade que se classifica o tipo de relevo (Quadro 16), portanto a região analisada apresenta relevo que varia de plano a fortemente-ondulado.

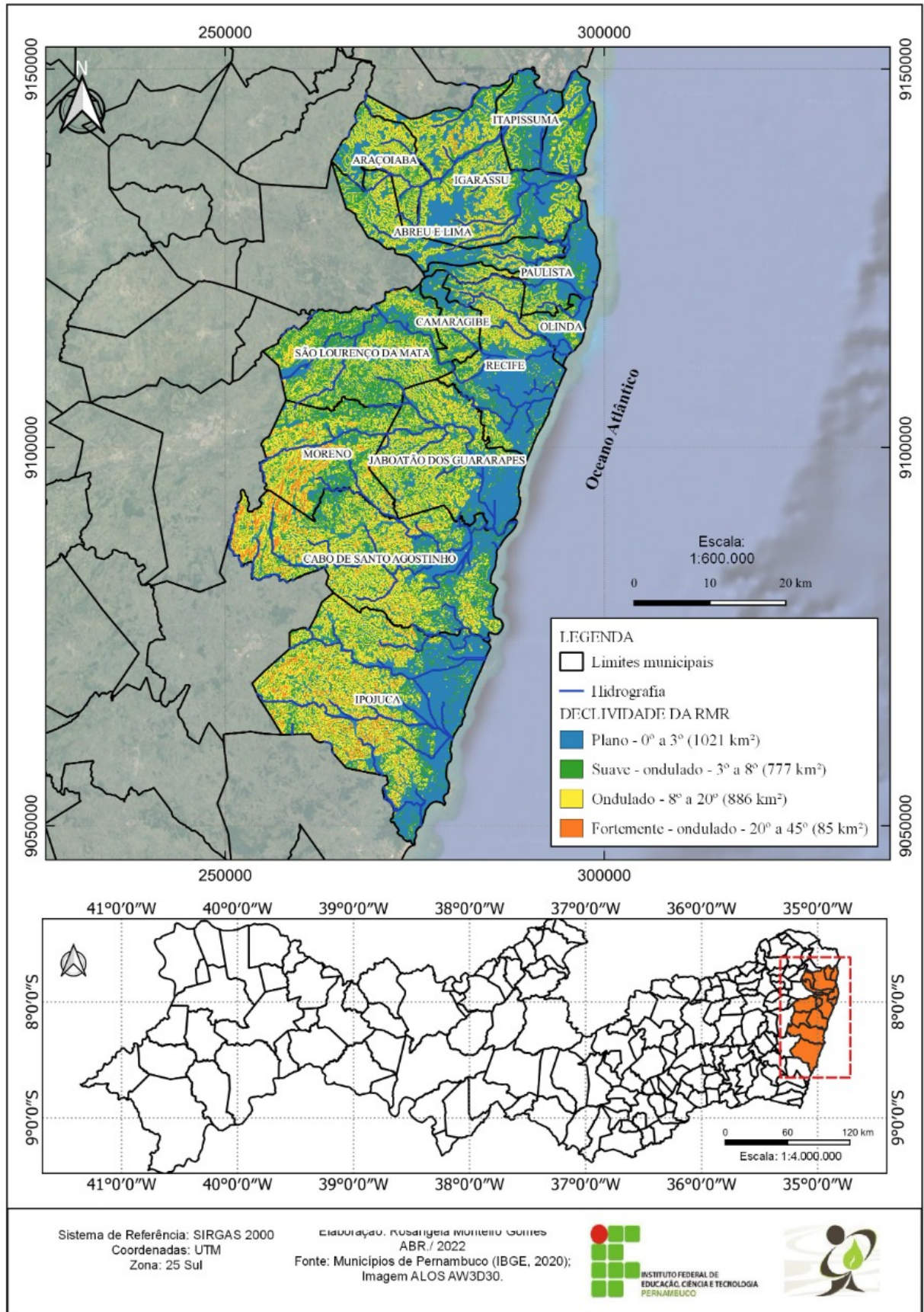
Quadro 16 - Dados de declividade na Região Metropolitana do Recife - Pernambuco

Declividade	Classe do relevo	Área (km ²)	% dentro da RMR - PE
0° – 3°	Plano	1.021	38,27
3 – 8°	Suave- ondulado	777	29,12
8° – 20°	Ondulado	886	33,21
20° – 45°	Fortemente- ondulado	85	3,19
45° – 75°	Montanhoso	-	-
75 – 100	Escarpo	-	-

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado do EMBRAPA, 1979.

Na Figura 30 pode ser observado a localização da faixa de declividade explanada.

Figura 30 – Mapa de declividade da Região Metropolitana do Recife - Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir do IBGE, 2020 e da Global Digital Surface Model ALOS World 3D, 2022.

Portanto, levando em consideração as informações obtidas, destaca-se que na região analisada predominam os relevos do tipo plano e suave-ondulado, os quais juntos englobam uma área de 1.526 km², ou seja, 57,20% da poligonal que abrange a RMR tem declividade menor que 8°. É importante frisar que as partes planas sofrem influências das partes mais altas no período chuvoso, pois devido à elevação do terreno as águas escoam com maior velocidade, e como comentado por Tucci (2012), a urbanização proporciona a impermeabilização do solo, intensificando o escoamento das águas pluviais e ocasionando as enxurradas.

A partir dos dados obtidos do IBGE (2020), sobrepostos ao modelo de superfície denominado “AW3D30”, disponibilizada pelo "Global Digital Surface Model ALOS World 3D” com resolução de 30m, verificou-se que na área estudada há altitudes que variam de 0m a 412m (Quadro 17).

Quadro 17 - Dados hipsométricos na Região Metropolitana do Recife - Pernambuco

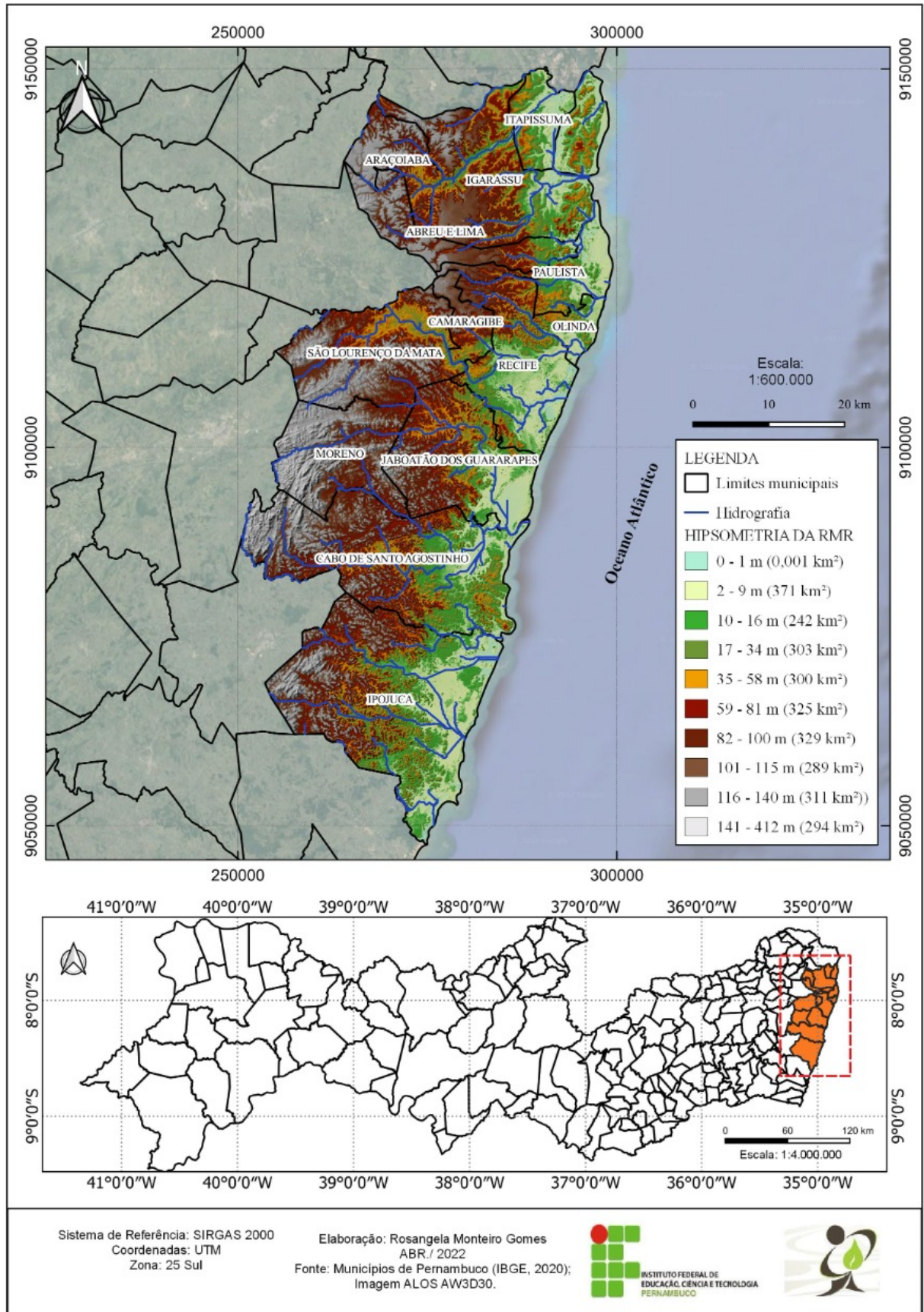
Hipsometria	Área (km ²)	% dentro da RMR - PE
0 – 1	0,001	0,375
2 – 9	371	13,90
10 – 16	242	9,07
17 – 34	303	11,36
35 – 58	300	11,24
59 – 81	325	12,18
82 – 100	329	12,33
101 – 115	289	10,83
116 – 140	311	11,65
141 – 412	294	11,01

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado do IBGE, 2020.

Ao analisar a Figura 31, observa-se que as cotas mais elevadas se encontram nos municípios de Araçoiaba, Abreu e Lima, São Lourenço da Mata, Moreno e Ipojuca, numa distância de aproximadamente 20.000 km até o oceano Atlântico. Já nos municípios do Recife, Olinda e Paulista predominam as cotas mais baixas, variando de 0 m a 34 m devido sua proximidade com o Oceano Atlântico, e ficando mais vulnerável a eventos hidrológicos extremos.

Neste contexto, é verificado maior necessidade de sistema de drenagem eficiente, pois são nas cotas mais baixas onde registram-se as inundações. Todavia, como ressaltado por Pereira (2020), há em muitos locais dispositivos de drenagem instalados, porém falta avaliar sua eficiência diante do cenário atual de urbanização e mudanças climáticas.

Figura 31 – Mapa hipsométrico da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir do IBGE, 2020 e da Global Digital Surface Model ALOS World 3D, 2022.

Outro fator importante a ser analisado é o tipo de solo, e de acordo com a EMBRAPA (2001), através do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE), foi verificado que a área estudada é composta por doze classes de solo, a saber: Argissolo amarelo, Argissolo amarelo e vermelho-amarelo, Argissolo vermelho-amarelo, Espodossolos, Gleissolo, Latossolo amarelo, Latossolo amarelo vermelho-amarelo, Neossolos flúvicos, Neossolos litólicos, Neossolos quartzarênicos, Nitossolos e os solos de Mangues (Quadro 18).

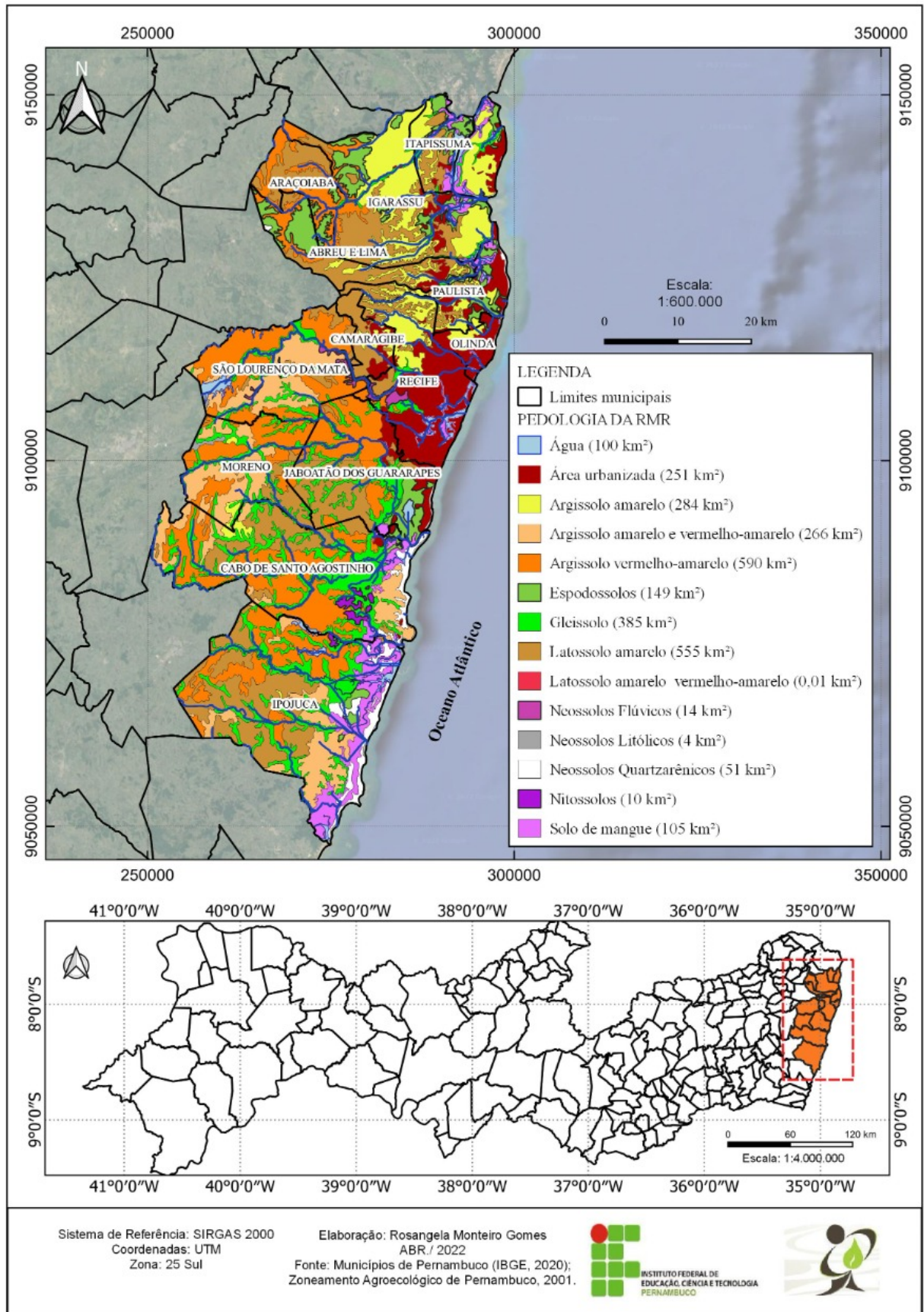
Quadro 18 - Classes do solo na Região Metropolitana do Recife - Pernambuco

Classes	Principais características	Área (km ²)	% da área dentro da RMR
Argissolo amarelo	Apresentam impermeabilidade lenta que favorece o escoamento da água, e conseqüentemente surge o processo de erosão	284	10,65
Argissolo amarelo e vermelho-amarelo		266	9,97
Argissolo vermelho-amarelo		590	22,11
Espodossolos	Solos que apresentam características arenosa e dificuldades à infiltração de água.	149	5,58
Gleissolo	Solos impermeáveis pela umidade	385	14,43
Latossolo amarelo	Solos suscetíveis à erosão hídrica	555	20,80
Latossolo amarelo vermelho-amarelo		0,01	0
Neossolos flúvicos	Solos poucos desenvolvidos e apresentam materiais orgânicos	14	0,52
Neossolos litólicos		4	0,15
Neossolos quartzarênicos		51	1,91
Nitossolos	Solos constituídos por minerais e argilas	10	0,37
Solos de mangues	Solo úmido, salgado, lodoso, pobre em oxigênio e muito rico em nutrientes	105	3,94

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado da EMBRAPA, 2001.

Neste contexto, observa-se que o tipo de solo, denominado argissolo é o que predomina a RMR, ocupando uma área total de 1.140 km², a qual corresponde ao percentual de 42,73%. Em segundo lugar, destaca-se o latossolo, com área de 555,01 km², ou seja, 20,80% da RMR é constituída por solo suscetível à erosão hídrica. Já o gleissolos, é o terceiro colocado, devido abranger uma área de 149 km², equivalente a 14,43%, e chama-se atenção para as características desse tipo de solo, pois pela EMBRAPA, os mesmos são classificados como solos impermeáveis. Na Figura 32 pode ser observado a abrangência de cada tipo de solo.

Figura 32 - Mapa pedológico da Região Metropolitana do Recife - Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir do IBGE, 2020 e da EMBRAPA, 2001.

O tipo de solo é uma condicionante muito importante a ser analisada, pois suas características mostram como o escoamento das águas pluviais podem se comportar.

4.1.3. Aspectos do meio biótico

Segundo o IBGE (2019), a área analisada encontra-se inserida, totalmente no bioma Mata Atlântica, o qual foi e vem sendo devastado devido a vários fatores, primeiramente pelo plantio de cana-de-açúcar, conforme abordado por Cavalcanti, em 2015, posteriormente pelos processos da imigração e do êxodo rural, como Araújo, Andrade e Braga, ressaltaram, em 2020, e, atualmente pelo processo de urbanização.

As intervenções supracitadas na RMR, teve como consequência a redução de áreas verdes, e de acordo com o SOS Mata Atlântica (2020), os exemplares da vegetação nativa ocupam apenas 53.135 ha, ou seja, 531,35 km² (Quadro 19).

Quadro 19 – Remanescente de Mata Atlântica na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco

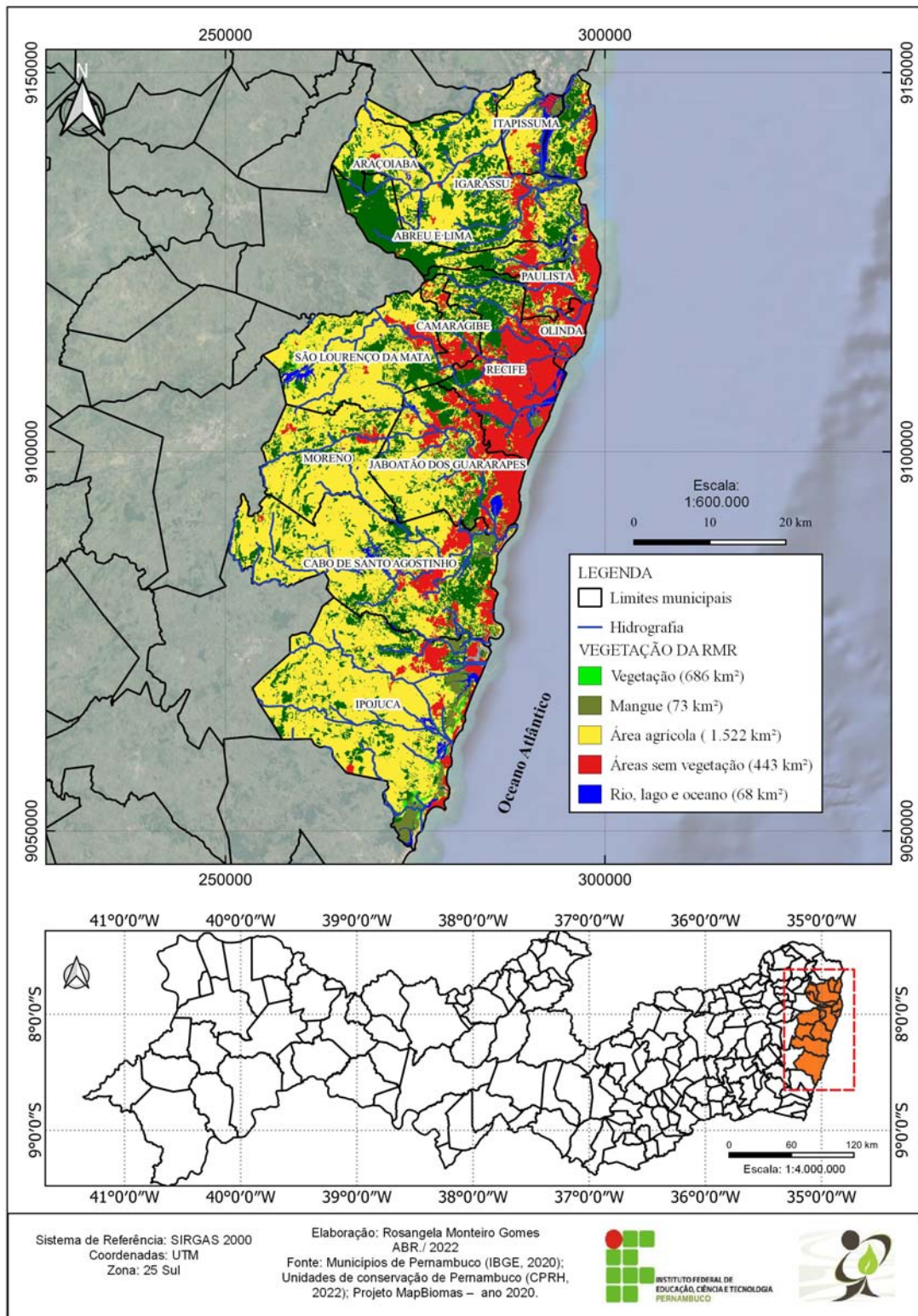
Municípios	Área de mata atlântica (ha)	Taxa de Desmatamento %/ ha (2005-2020)	Ranking Geral do desmatamento (2005-2020)
Abreu e Lima	7.755	18	3114°
Araçoiaba	2.289	0	3120°
Cabo de Santo Agostinho	5.973	35	3132°
Camaragibe	1.472	0	3134°
Igarassu	8.664	0	3155°
Ilha de Itamaracá	3.235	0	3157°
Ipojuca	6.276	0	3156°
Itapissuma	1.178	0	3159°
Jaboatão dos Guararapes	3.068	27	3161°
Moreno	2.149	4	3173°
Olinda	201	0	3175°
Paulista	3.046	3,54	406°
Recife	4.555	1	3186°
São Lourenço da Mata	3.273	0	3197°
TOTAL	53.135	-	-

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado no SOS Mata Atlântica, 2020.

Portando, diante desses dados, percebe-se que a RMR, em Pernambuco, a qual abrange uma área de 2.667,9 km², tem apenas 19,92% de seu território ocupado por espécies nativas da Mata Atlântica. Todavia, o IBGE, em 2020, quantificou uma área de 672 km², ou seja, 140,65 km² a mais do que o SOS Mata Atlântica, isso pode ter ocorrido devido esse último órgão desprezar as áreas menores que 3 ha.

Na Figura 33 percebe-se a alteração da paisagem natural, onde observa-se a predominância da área agrícola, e em segundo lugar a área sem vegetação.

Figura 33 - Mapa de vegetação da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir do IBGE, 2020, da CPRH, 2022 e do Projeto MapBiomias 2020.

A vegetação é uma condicionante fundamental para a qualidade do ar, conforto térmico e minimização das inundações, mas atualmente as áreas verdes, principalmente as localizadas nas Regiões Metropolitanas são mais perceptíveis nas Unidades de Conservação (UCs). De acordo com a Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH), em 2022, a RMR, em Pernambuco é contemplada com cinquenta e três UCs (Quadro 20), sendo trinta e uma pertencente ao uso de proteção integral e vinte e dois que fazem parte do grupo de uso sustentável.

Quadro 20 – Unidades de conservação localizadas na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco (continua)

Nº	UC	Forma de Uso	Município
1	ESEC Caetés	Proteção Integral	Paulista
2	ESEC Bita e Utinga	Proteção Integral	Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca
3	Parque Estadual Dois Irmãos	Proteção Integral	Recife
4	Parque Estadual Mata do Zumbi	Proteção Integral	Cabo de Santo Agostinho
5	Parque Estadual Mata de Duas Lagoas	Proteção Integral	Cabo de Santo Agostinho
6	RVS Mata Lanço dos Caçães	Proteção Integral	Itamaracá
7	RVS Mata do Jaguaribe	Proteção Integral	Itamaracá
8	RVS Mata de Santa Cruz	Proteção Integral	Itamaracá
9	RVS Mata do Amparo	Proteção Integral	Itamaracá
10	RVS Mata do Engenho Macaxeira	Proteção Integral	Itamaracá
11	RVS Mata do Engenho São João	Proteção Integral	Itamaracá
12	RVS Mata do Engenho Uchôa	Proteção Integral	Recife
13	RVS Mata do Curado	Proteção Integral	Recife
14	RVS Mata São João da Várzea	Proteção Integral	Recife
15	RVS Mata da Usina São José	Proteção Integral	Igarassu
16	RVS Mata de Mussaíba	Proteção Integral	Jaboatão dos Guararapes
17	RVS Mata do Engenho Salgadinho	Proteção Integral	Jaboatão dos Guararapes
18	RVS Mata de Contra Açude	Proteção Integral	Cabo de Santo Agostinho
19	RVS Matas do Sistema Gurjaú	Proteção Integral	Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Moreno
20	RVS Mata do Engenho Tapacurá	Proteção Integral	São Lourenço da Mata
21	RVS Mata do Bom Jardim	Proteção Integral	Cabo de Santo Agostinho
22	RVS Mata de Caraúna	Proteção Integral	Moreno
23	RVS Mata de Miritiba	Proteção Integral	Abreu e Lima
24	RVS Mata do Engenho Moreninho	Proteção Integral	Moreno
25	RVS Mata Tapacurá	Proteção Integral	São Lourenço da Mata
26	RVS Mata do Cumaru	Proteção Integral	Cabo de Santo Agostinho, Moreno
27	RVS Mata do Toró	Proteção Integral	São Lourenço da Mata
28	RVS Mata do Camucim	Proteção Integral	São Lourenço da Mata
29	RVS Mata da Serra do Cotovelo	Proteção Integral	Cabo de Santo Agostinho, Moreno
30	RVS Mata do Outeiro do Pedro	Proteção Integral	São Lourenço da Mata
31	RVS Mata do Urucu	Proteção Integral	Cabo de Santo Agostinho, Escada, Vitória

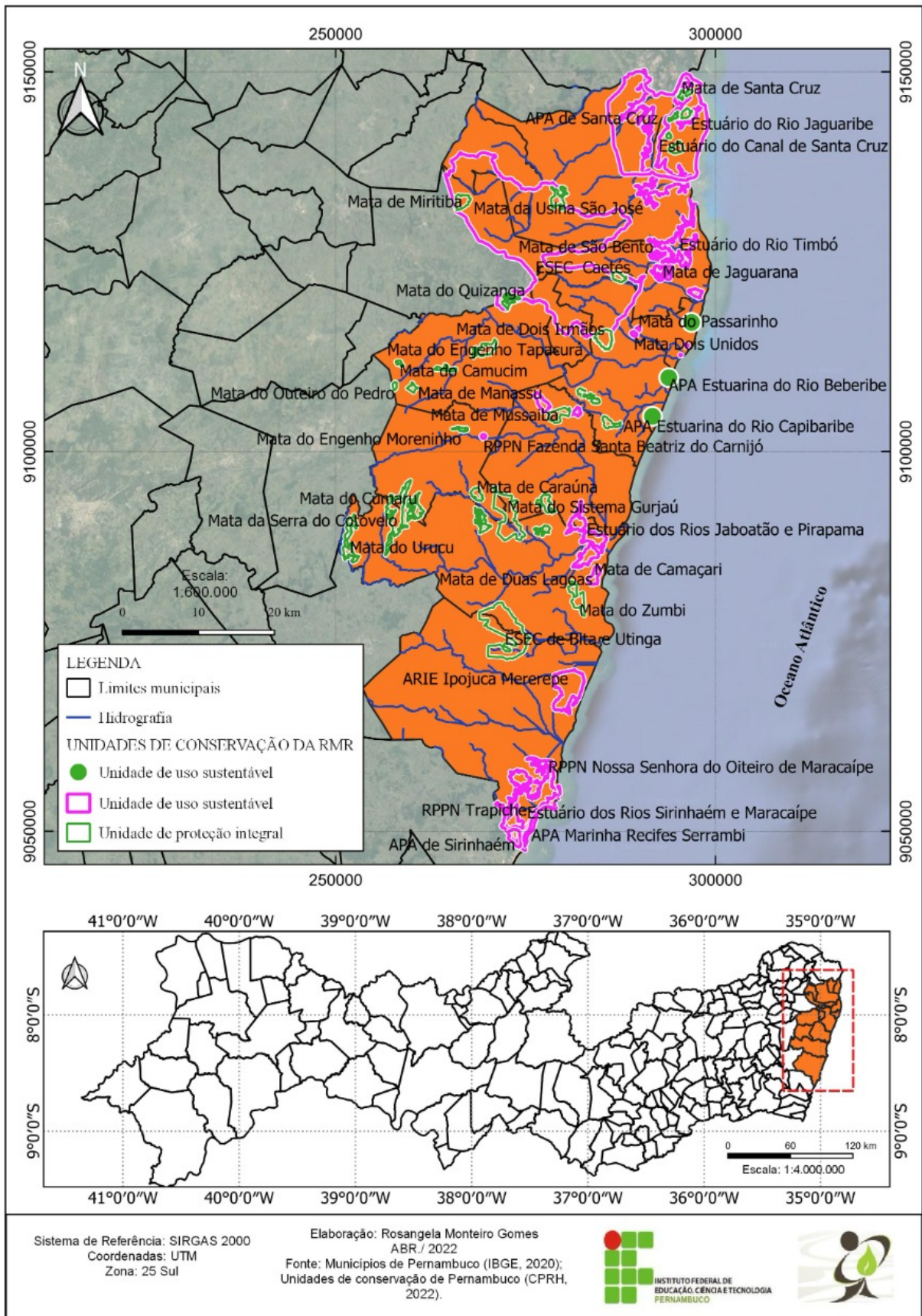
Quadro 20 – Unidades de conservação localizadas na
Região Metropolitana do Recife – Pernambuco (continuação)

Nº	UC	Forma de Uso	Município
32	APA de Santa Cruz	Uso Sustentável	Goiana, Itamaracá, Itapissuma
33	APA Aldeia-Beberibe	Uso Sustentável	Camaragibe
34	APA Engenho Jardim	Uso Sustentável	Moreno
35	APA Estuarina do Rio Beberibe	Uso Sustentável	Olinda, Recife
36	APA Estuarina do Rio Capibaribe	Uso Sustentável	Recife
37	APA Estuarina do Rio Paratibe	Uso Sustentável	Olinda, Paulista
38	APA Estuarina do Rio Jaguaribe	Uso Sustentável	Itamaracá
39	APA Estuarina do Canal de Santa Cruz	Uso Sustentável	Goiana, Igarassu, Itamaracá, Itapissuma
40	APA Estuarina do Rio Timbó	Uso Sustentável	Abreu e Lima, Igarassu, Paulista
41	APA Estuarina dos Rios Jaboatão e Pirapama	Uso Sustentável	Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão
42	APA Estuarina dos Rios Sirinhaém e Maracaípe	Uso Sustentável	Ipojuca, Sirinhaém
43	APA de Sirinhaém	Uso Sustentável	Ipojuca , Rio Formoso, Sirinhaém
44	ARIE Ipojuca Mererepe	Uso Sustentável	Ipojuca
45	FURB Mata São Bento	Uso Sustentável	Abreu e Lima
46	FURB Mata de Jaguarana	Uso Sustentável	Paulista
47	FURB Mata de Camaçari	Uso Sustentável	Cabo de Santo Agostinho
48	FURB Mata do Janga	Uso Sustentável	Paulista
49	FURB Mata do Passarinho	Uso Sustentável	Olinda
50	FURB Mata de Jangadinha	Uso Sustentável	Jaboatão dos Guararapes
51	FURB Mata de Dois Unidos	Uso Sustentável	Recife
52	FURB Mata de Manassu	Uso Sustentável	Jaboatão dos Guararapes
53	RPPN Quizanga	Uso Sustentável	São Lourenço da Mata e Paudalho

Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir da CPRH, 2022.

Na Figura 34 pode ser observado a localização das unidades de conservação citadas.

Figura 34 - Mapa das unidades de conservação localizadas na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir do IBGE, 2020 e da CPRH, 2022.

Então, a partir do diagnóstico da área de estudo delimitou-se as áreas suscetíveis aos eventos hidrológicos extremos, as quais foram classificadas como de risco muito baixo, baixo, moderado e alto (Quadro 21).

Quadro 21 – Classificação das áreas suscetíveis a eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco

Classificação do risco	Probabilidade	Área (km ²)	%
Muito baixo	As variáveis analisadas não favorecem à ocorrência de eventos hidrológicos extremos	47	1,70
Baixo	As variáveis analisadas favorecem de forma corriqueira de eventos hidrológicos extremos	1.150	41,53
Moderado	As variáveis analisadas favorecem consideravelmente de eventos hidrológicos extremos	1.328	47,96
Alto	As variáveis analisadas favorecem significativamente de eventos hidrológicos extremos	244	8,81

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado em Korah e Lopez, 2015.

Os resultados obtidos demonstraram que 1,70% da área que engloba a Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco apresenta risco muito baixo de eventos hidrológicos extremos. Enquanto 41,53% foi classificada como de baixo risco. Estas áreas são justamente os locais que ficam mais distantes de cursos de águas e onde os relevos foram classificados como suave-ondulado a fortemente ondulado. Além disto, destaca-se duas variantes muito importantes que são, a presença da vegetação e ausência de áreas construídas. Outra condicionante que merece destaque, é a questão das altitudes, pois foi a partir da altitude de 116 m a 412 m.

No entanto, a área classificada como de risco moderado, a qual representa 47,96% da área total foi a de maior abrangência dentre as quatro faixas determinadas. Nestas áreas foi observada maior proximidade com os cursos de água, quando comparado com as áreas citadas anteriormente. Nestas áreas registou-se a presença dos solos do tipo latossolos e argissolos, e os relevos foram classificados como de suave-ondulado a ondulado. Neste sentido, percebe-se também a ausência de vegetação, a qual foi substituída pela agricultura.

Por fim, destaca-se o percentual de área classificada como de alto risco eventos hidrológicos extremos com a representatividade de 8,81% da área total da RMR, em Pernambuco sendo a segunda classe em termo de área, mas com a capacidade de gerar

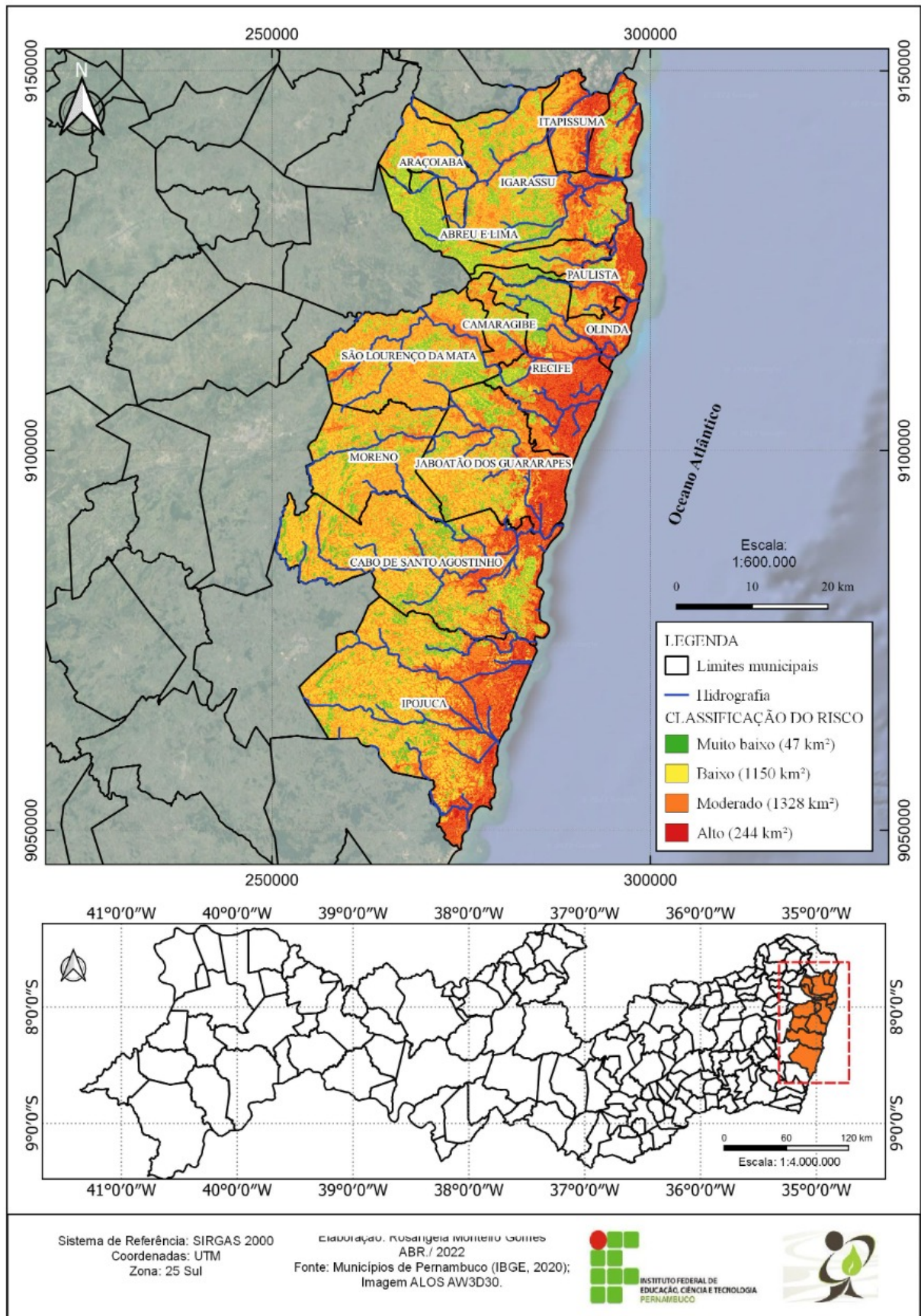
impactos negativos irreversíveis.

Na área classificada como de alto risco, observou-se a proximidade da ocupação urbana com os cursos de água, assim como foi verificado pouca área verde. E, no que diz respeito a altitude encontrada no local estudado, a mesma varia de 0 a 9 m, ou seja, apresenta relevo plano. Portanto, verificando os municípios com maior probabilidade de sofrerem os eventos hidrológicos extremos, destacam-se Itapissuma, Igarassu, Paulista, Jaboatão dos Guararapes, Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca Recife e Olinda, porém os dois últimos foram o que apresentaram a maior área do município correndo risco.

No contexto geral, as áreas com alto risco de eventos hidrológicos extremos são compostas por ocupações urbanas, que teve como consequência a impermeabilidade do solo, dificultando a infiltração das águas pluviais e favorecendo seu escoamento de forma mais rápida, conforme defendido por Leal, Barbosa e Aquino (2020). Acredita-se que foi justamente devido a estes fatores que foram instaladas várias estações pluviométricas, significando que foram locais atingidos por fortes chuvas, anteriormente.

Neste sentido, reforça-se a importância dos municípios cadastrarem a ocorrência dos desastres no S2iD, pois com isso tem-se o real cenário, e assim pode-se tomar medidas efetivas para redução dos efeitos advindo dos eventos hidrológicos extremos. Na Figura 35 encontra-se a representação das áreas suscetíveis a eventos hidrológicos extremos, na RMR-PE.

Figura 35 - Mapa das áreas suscetíveis a eventos hidrológicos extremos, na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir dos dados do IBGE, 2020.

Diante do exposto, percebe-se a importância de se preservar a vegetação, especialmente nas margens dos cursos de água e respeitar as leis ambientais, que tem como intuito primordial à preservação dos recursos naturais e a segurança da população. Destaca-se que, na vistoria realizada no bairro do Curado, na cidade do Recife, mais precisamente na comunidade denominada “Sapo Nu”, pode-se visualizar as marcas das inundações (Figura 36) deixadas na parede de uma das residências edificada às margens do rio Tejipió. O referido local encontra-se justamente, na área classificada como de alto risco de eventos hidrológicos extremos. Já a Figura 37 retratada a ocupação e o depósito de resíduos as margens do rio Tejipió.

Figura 36 - Marca do nível da água durante chuva intensa em Tejipió na Comunidade Sapo Nu, em Recife - Pernambuco



Fonte: a autora, 2021.

Figura 37 - Ocupação às margens do rio Tejipió na Comunidade Sapo Nu, em Recife – Pernambuco



Fonte: a autora, 2021.

Contudo, essas edificações jamais deveriam ter sido construídas nesta localidade, pois de acordo com o Novo Código Florestal Brasileiro (2012), são Áreas de Preservação Permanentes (APP), e além de desrespeitar a legislação ambiental, coloca em risco a população residente que tende a sofrer desastres. Isto, geralmente ocorre pela falta de fiscalização eficiente e controle urbano que busque fazer cumprir o zoneamento.

Então, é notório observar que nas áreas classificadas como de riscos moderado e alto faz-se necessário implementar políticas públicas que combatam a urbanização desenfreada, as quais tornam-se barramento para o escoamento da água, principalmente se o local carecer de projeto de drenagem eficiente e outras ações estratégicas de adaptação aos eventos hidrológicos extremos na RMR-PE.

4.2. IMPACTOS ADVINDOS DOS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO, DE JANEIRO DE 2015 A JUNHO DE 2022

No decorrer do estudo avaliou-se que a Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco é composta por áreas que naturalmente apresentam potenciais de eventos hidrológicos extremos, devido a mesma apresentar em sua maior parte, relevo plano e suave ondulado, presença de cursos d'água e cotas baixas. Além disso, a urbanização desenfreada ocasionou a impermeabilidade do solo, agravando ainda mais com as ocupações em locais impróprios e com as mudanças climáticas tornando a área vulnerável aos desastres ambientais.

No Quadro 22, pode ser observado que dos quatorze municípios analisados treze têm registro de ocorrências de inundações, enxurradas e alagamentos no sítio eletrônico do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) durante o período de janeiro de 2015 a junho de 2022. Foi verificado que o único município que não há registro de desastre é Itapissuma, porém esse resultado pode estar condicionado ao não cumprimento da Portaria GM/MI Nº 526, de 6 de setembro de 2012, visto que conforme o mapa das áreas suscetíveis aos eventos hidrológicos extremos apresentado no subitem 4.1 há, no município supracitado, área com alto risco.

Quadro 22 – Levantamento dos impactos advindos dos eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco (2015-2022)

Municípios da RMR de Pernambuco	Registro de desastre no S2iD								Nº de mortes	Nº de pessoas desaparecidas	Nº de afetados	População estimada (2021)	Método de cálculo = $\frac{M + D + A \cdot 100.000}{P}$ Unidade por 100 mil habitantes
	período de tempo												
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
Abreu e Lima	N	N	N	N	N	N	N	S	0	0	437	100.698	433,97
Araçoiaba	N	N	N	N	N	N	N	S	0	0	82	20.936	391,67
Cabo de Santo Agostinho	N	N	N	N	N	N	N	S	0	0	1962	210.796	930,76
Camaragibe	N	S	N	N	S	N	S	S	7	1	5403	159.945	3383,04
Igarassu	N	N	N	N	S	N	N	S	0	0	2480	119.690	2072,02
Ilha de Itamaracá	N	N	N	N	N	N	N	S	0	0	549	27.076	2027,62
Ipojuca	N	S	S	S	S	N	N	S	0	0	1657	99.101	1672,03
Itapissuma*	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	27.144	0,00
Jaboatão dos Guararapes	N	N	N	N	S	N	N	S	64	0	101065	711.330	14216,89
Moreno	N	N	N	N	N	N	S	S	0	0	1073	63.792	1682,03
Olinda	N	S	N	N	N	N	N	S	6	0	5704	393.734	1450,22
Paulista	N	S	N	N	N	N	N	S	0	0	19132	336.919	5678,52
Recife	N	N	N	N	N	N	N	S	43	4	4773	1.661.017	290,18
São Lourenço da Mata	N	N	N	N	S	N	N	S	0	0	1805	114.910	1570,79
TOTAL									120	5	146122	4.020.012	35.800

*Não foi encontrado registro de desastre no S2iD para o período analisado

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado no S2iD, 2022.

Portanto, a partir dos resultados obtidos pode-se concluir que o quantitativo de afetados por desastres na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco foi de 35.800 unid./100.000 habitantes. Sendo assim, percebe-se que dentre o período de tempo analisado, o ano com maior número de registro de desastre no Si2D foi 2022, o fato ocorreu devido as chuvas intensas que caíram do mês de abril a junho, do referido ano, causando múltiplos desastres.

Neste contexto, observou-se que o município do Jaboatão dos Guararapes, foi o mais castigado com o registro de 64 mortes e 101.065 pessoas afetadas. O município de Paulista vem em segundo lugar, com o registro de 19.132 pessoas afetadas, porém quando a comparação é feita apenas com o registro de mortes, o município do Recife ocupa a segunda colocação com 43 mortes.

Ressalta-se que para esse quantitativo também foram observados os dados do evento meteorológico denominado chuvas intensas, cujo o COBRADE é o 1.3.2.1.4, pois como o mesmo diz respeito “as chuvas que ocorrem com acumulados significativos, causando múltiplos desastres (ex.: inundações, movimentos de massa, enxurradas, etc.)”, conforme definição do MDR (2012), no momento de registrar os desastres no Si2D, ocorridos entre os meses de abril a junho de 2022, que segundo o G1 deixou 130 mortos devido aos eventos hidrológicos extremos e movimento de massas em todo estado de Pernambuco⁹, os municípios da RMR classificaram os desastres no referido COBRADE.

Portanto, de acordo com os dados consultados no Si2D, no dia 5 de julho de 2022, no período de janeiro de 2015 a junho de 2022, foram contabilizados vinte e dois eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco, mais 25 registros de desastres ocorridos devido ao evento denominado “1.3.2.1.4 - Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas”.

O quantitativo, apresentado anteriormente, demonstra a importância dos municípios, que compõem a RMR, de investir em estratégias que visam a redução de risco de desastres relacionados as ocorrências dos eventos hidrológicos extremos, buscando tornar os municípios mais resilientes, visto que o processo de urbanização é inevitável, como exposto por Pereira (2020).

É importante ressaltar que houveram mais ocorrências dentre o período analisado, como pode ser observado na Figura 38, porém para este estudo foram contabilizados apenas os desastres registrados no S2iD.

⁹ <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>.

Figura 38 - Alagamento na Rua Santa Edwirges, no Bongi, em Recife-Pernambuco, no dia 01 de março de 2021



Foto: Everaldo Silva/TV Globo, 2021.

Neste sentido, ressalta-se a importância dos municípios cadastrarem os desastres ocorridos na plataforma para que se possa ter a real dimensão das problemáticas, com o intuito de tomar medidas efetivas aos gerenciamento e redução dos efeitos de inundações, pois observou-se que todos os municípios analisados dispõem de inscrição no referido sistema.

4.3. LEIS, PLANOS, PROJETOS E AÇÕES IMPLEMENTADOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE QUE CONTRIBUEM PARA UM MELHOR DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO A ADAPTAÇÃO A EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS

No Quadro 23, encontra-se elencados os resultados obtidos a partir da análise de dados levantados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), realizada pelo IBGE, em 2020, sobrepostos aos dados do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) e comparados com as informações da prefeitura municipal do Recife, através da Lei Municipal Nº 18.770, de 29 de dezembro de 2020 e a Lei Complementar Nº 2, de 23 de abril de 2021, que institui o Plano Diretor do Município do Recife, em Pernambuco.

Quadro 23 – Levantamento dos municípios da Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco que dispõem de instrumentos de planejamento

Dimensão A - Instrumentos de Planejamento ¹⁰					
Municípios	Plano Diretor que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas (A183)	Lei de uso e ocupação do solo que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas (A184)	Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas (A185)	Plano municipal de redução de riscos (A189)	Carta geotécnica de aptidão à urbanização (A190)
Abreu e Lima	Sim	Não	Não	Sim	Não
Araçoiaba	Sim	Não	Não	Não	Não
Cabo de Santo Agostinho	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Camaragibe	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Igarassu	Não	Não	Não	Não	Não
Ilha de Itamaracá	Não	Não	Não	Não	Não
Itapissuma	Não	Não	Não	Sim	Não
Ipojuca	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Jaboatão dos Guararapes	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Moreno	Sim	Não	Não	Não	Não
Olinda	Não	Não	Não	Sim	Não
Paulista	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Recife	Sim ¹¹	Não	Não	Sim	Não
São Lourenço da Mata	Sim	Sim	Não	Sim	Não

Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir de dados do IBGE, 2020 do MDR, 2020, da Prefeitura Municipal do Recife, 2021 e de Farias, 2021.

¹⁰ <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasil/pesquisa/1/74454?ano=2020>

¹¹ <https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/lei-complementar/2021/0/2/lei-complementar-n-2-2021-institui-o-plano-diretor-do-municipio-do-recife-revogando-a-lei-municipal-n-17511-de-29-de-dezembro-de-2008>

Ao analisar os resultados acima, no que tange a dimensão “A” (Instrumentos de Planejamento), percebe-se que os quatorze municípios analisados dispõem de Plano Diretor, até porque todos têm mais de vinte mil habitantes, porém destes, quatro não abordam em seu Plano Diretor a questão da prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações. Portanto, é preciso que o PD dos municípios de Igarassu, Ilha de Itamaracá, Itapissuma e Olinda sejam atualizados o quanto antes.

Já na variável que diz respeito à “lei de uso e ocupação do solo que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas”, 57% dos municípios estudados ainda não incrementaram esta temática. E, apenas os municípios do Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes e Paulista elaboram leis específicas que contemplem a prevenção de enchentes da variante abordada.

Entretanto, no que concerne à preocupação dos municípios em ter um Plano municipal de redução de riscos, verificou-se que 71% elaboram o referido plano, porém os municípios de Araçoiaba, Igarassu, Ilha de Itamaracá e Moreno ainda não atentaram-se para a elaboração deste instrumento que visa reduzir os desastres ambientais. Neste sentido, chama-se a atenção para a variável denominada “Carta geotécnica de aptidão à urbanização”, sendo esta confeccionada com incentivo do Governo Federal para os municípios, conforme, é ressaltado no Plano de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais da Presidência da República para o planejamento urbano.

Enfatiza-se que nesta última variável foi observado divergência de informações, pois o IBGE, através do MUNIC, informou que o município de Ipojuca não tinha o referido instrumento, enquanto que o MDR afirma que o mesmo encontra-se com a “Carta geotécnica de aptidão à urbanização” finalizada desde o ano de 2014, sendo esta elaborada pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e de fato, a mesma foi identificada na tese de doutorado intitulada “Carta geotécnica de aptidão à urbanização frente a desastres naturais e induzidos elaborada para o município do Ipojuca_PE na escala de planejamento (1:25.000)” de Robson Ribeiro Lima, mais precisamente na página 271.

É importante frisar que realizou-se pesquisa no sítio eletrônico de cada prefeitura com o intuito de identificar a carta supracitada para o período de 2000 a 2022, porém não foi identificada a existência da mesma. Neste sentido, destaca-se a necessidade dos gestores municipais em cobrar do Ministério das Cidades a elaboração, pois 92,86% dos municípios analisados não dispõem deste instrumento de gestão do solo. Portanto, ressalta-se que o gerenciamento efetivo é essencial, e no Quadro 24 estão elencadas as demais variantes.

Quadro 24 – Levantamento do gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas

Dimensão B - Gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas ¹²							
Municípios	Mapeamentos de áreas de risco de enchentes ou inundações (A196)	Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco (A197)	Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres (A198)	Plano de contingência (A199)	Projetos de engenharia relacionados ao evento (A200)	Sistema de alerta antecipado de desastres (A201)	Cadastro de risco (A202)
Abreu e Lima	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Araçoiaba	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Cabo de Santo Agostinho	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Camaragibe	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim
Igarassu	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Ilha de Itamaracá	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Itapissuma	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Ipojuca	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Jaboatão dos Guararapes	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Moreno	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Olinda	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não
Paulista	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Recife	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
São Lourenço da Mata	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não

Fonte: Elaborado pela autora (2022), a partir de dados do IBGE, 2020 e de Farias, 2021.

¹² <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasil/pesquisa/1/74454?ano=2020>

A dimensão “B” do indicador analisado aborda a forma como cada município gerencia os riscos de desastres atrelados às inundações ocorridas em sua jurisprudência, e com isso verificou-se que no município de Araçoiaba não há gestão, pois das sete variáveis analisadas nenhuma ação foi identificada. Nesse contexto, também verificou-se que Itapissuma e a Ilha de Itamaracá não mapeia as áreas de riscos de inundações, dificultando a existência de ações corretiva e preventiva, como por exemplo, a elaboração de programa habitacional, com foco na relocação de população de baixa renda em área de risco, assim como, o controle e fiscalização da ocupação de áreas impróprias à moradia.

Então, torna-se difícil entender em quais parâmetros os municípios da Ilha de Itamaracá e Itapissuma se basearam para elaborar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco, visto que os mesmos não demonstraram dimensão concreta da problemática, devido à ausência da área mapeada. Já os municípios de Camaragibe, Moreno e Paulista, mesmo tendo a área de risco mapeada e o registro de ocorrência de desastres em períodos chuvosos, ainda não investiram na variável citada.

É importante ressaltar que o problema não encontra-se apenas em não mapear as áreas de risco, mas também em saber e não tomar as devidas providências, pois 50% dos municípios analisados não realizam o controle e a fiscalização da ocupação em locais impróprios. Outra problemática detectada foi à ausência do Plano de Contingência, que é um documento que estabelece as ações preventivas contra os desastres, sendo um amparo legal da Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012 que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, ao analisar essa variante percebeu-se que apenas 78,57% da RMR o tem elaborado.

Ressalta-se que a elaboração e implementação do Plano de Contingência é indispensável, pois o mesmo é uma ferramenta de planejamento tático que deve ser elaborada antecipadamente, pois caso ocorra o desastre os profissionais envolvidos saberão se posicionar frente às resolutividades, tendendo com isso a redução dos impactos negativos. Portanto, é importante registrar que de acordo com o MDR, os municípios que ainda não têm o Plano supracitado, neste caso, Araçoiaba, Ilha de Itamaracá e Itapissuma devem acessar a plataforma do S2iD e elaborá-lo, visto que, o referido sistema dispõe da ferramenta denominada “Módulo PLANCON - Planos de Contingência Municipais” que auxilia o município na elaboração.

No que se refere a variante “estratégia de projetos de engenharia relacionados ao evento” o percentual de elaboração foi inferior ao Plano de Contingência, sendo de 64,28%, ou seja, não há previsão de melhoria através de obras civis. E, neste contexto, destaca-se a falta de investimento em ações preventivas, pois dos quatorze municípios analisados apenas

dois, Jaboatão dos Guararapes e São Lourenço da Mata, têm sistema de alerta antecipado de desastres, sendo esta uma ferramenta importante, pois iria reduzir a ocorrência dos desastres devido a maior probabilidade de quem estivesse exposto ao risco evacuar da área em tempo mais hábil.

Por fim, expõe-se os resultados para o cadastro de risco, e como as demais variáveis, não houve uma aderência de 100%, pois apenas 50% dos municípios realiza-o. É importante frisar que esses instrumentos são importantes para conter os eventos hidrológicos extremos, visto que o planeta terra continuará passando por mudanças climáticas, e as alterações climáticas também ocorrem de forma natural, como explicado por Nelles e Serrer (2020), e Presbiteris (2021), respectivamente.

Portanto, como a mudança climática é um evento contínuo, e eliminar a ocupação em locais inapropriados é uma meta difícil de alcançar a curto prazo, torna-se necessário a existência de atores sociais capacitados para agir nas situações de emergências. Então, no Quadro 25 foram elencados os municípios que dispõem de equipe para gestão de riscos e resposta a desastres na área analisada.

Quadro 25 – Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres nos municípios da Região Metropolitana do Recife - Pernambuco

Dimensão D - Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres ¹³			
Municípios	Unidade do corpo de bombeiros (A220)	Coordenação municipal de defesa civil (A221)	Núcleos comunitários de defesa civil (A225)
Abreu e Lima	Não	Sim	Não
Araçoiaba	Não	Sim	Não
Cabo de Santo Agostinho	Não	Sim	Não
Camaragibe	Não	Sim	Sim
Igarassu	Sim	Sim	Não
Ilha de Itamaracá	Não	Sim	Não
Itapissuma	Não	Sim	Não
Ipojuca	Sim	Sim	Não
Jaboatão dos Guararapes	Sim	Sim	Sim
Moreno	Não	Sim	Sim
Olinda	Sim	Sim	Sim
Paulista	Não	Sim	Sim
Recife	Sim	Sim	Sim
São Lourenço da Mata	Sim	Sim	Não

Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir dos dados do IBGE, 2013.

A formação de equipes para lidar com situações de desastres é algo primordial, já que são evidentes as ocorrências e as fragilidades em erradicar à situação problema. Portanto, foi

¹³ <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasil/pesquisa/1/74454?ano=2020>

analisada a presença de unidade do corpo de bombeiros localizadas nos municípios da RMR, onde deparou-se com a falta desta em 57,14% da área investigada. Todavia, a variável denominada “coordenação municipal de defesa civil” atingiu 100%, ou seja, todos os municípios dispõem de defesa civil.

Já no que concerne aos núcleos comunitários de defesa civil, que segundo o MDR, são formados por pessoas voluntárias tendo como principal objetivo auxiliar no monitoramento das áreas de risco, apenas 42,86% da área analisada dispõem desta equipe. Então, como é de grande valia a participação da comunidade nas tomadas de decisões, sugere-se que os municípios que ainda não dispõem dessa variável mobilizem-se para atendê-la.

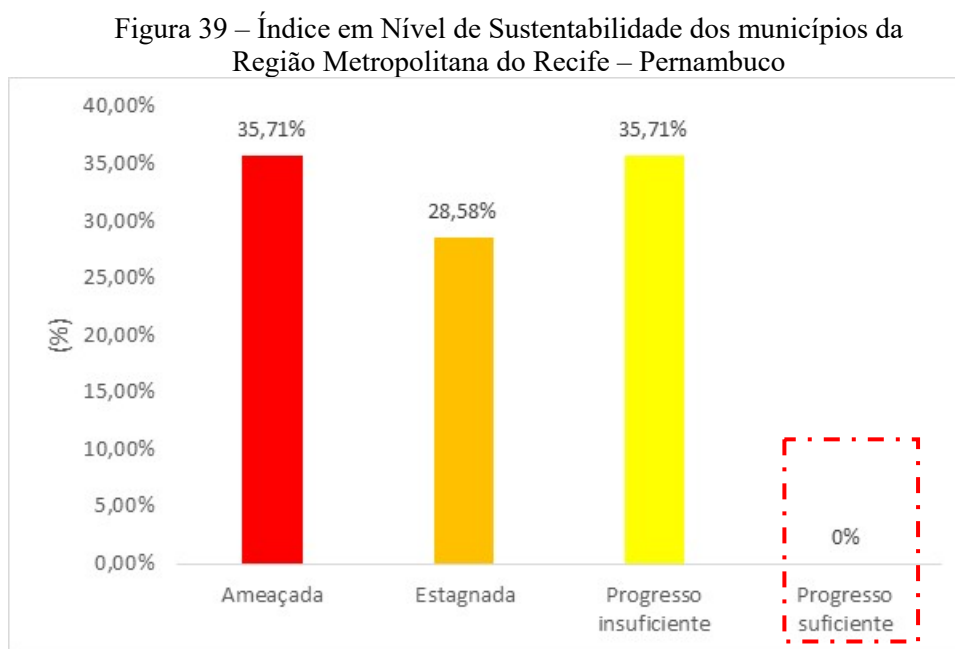
Portanto, diante dos dados apresentados anteriormente, procedeu-se o cálculo do Índice em Níveis de Sustentabilidade visando verificar o grau de desempenho de cada município diante dos efeitos das mudanças climáticas associadas aos eventos hidrológicos extremos (Quadro 26).

Quadro 26 – Índices em níveis de sustentabilidade dos municípios da Região Metropolitana do Recife - Pernambuco

	Dimensão A Instrumentos de planejamento					Dimensão B Gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas							Dimensão D Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres			Variável de Sustentabilidade (VS) $\{\sum_{j=1}^{15} a_{ij}\} * 100 / T$	Fator Corretivo de Sustentabilidade (FCS) = FCS ₁ + FCS ₂ $\Delta t_{\text{anos}} = t_{\text{(total)}} - t_{\text{(sem registro de desastre)}}$ FCS ₁ [de 2015 a 2021] = $\Delta t * 7 * 13,32\%$, e FCS ₂ [2022] = 6,76%	Índice em Nível de Sustentabilidade = VS – FCS	Performance
	Plano Diretor que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Plano Municipal de Redução de Riscos	Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Mapeamentos de áreas de risco de enchentes ou inundações	Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco	Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Plano de Contingência	Projetos de engenharia relacionados ao evento	Sistema de alerta antecipado de desastres	Cadastro de risco	Unidade do Corpo de Bombeiros	Coordenação Municipal de Defesa Civil	Núcleos Comunitários de Defesa Civil				
	(A183)	(A184)	(A185)	(A189)	(A190)	(A196)	(A197)	(A198)	(A199)	(A200)	(A201)	(A202)	(A220)	(A221)	(A225)				
Abreu e Lima	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	50,00	6,76	43,24	Estagnada
Araçoiaba	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14,29	6,76	7,53	Ameaçada
Cabo de S. Agostinho	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	71,43	6,76	64,67	Progressão Insuficiente
Camaragibe	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	57,14	46,72	10,42	Ameaçada
Igarassu	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	57,14	20,08	37,06	Estagnada
Ilha de Itamaracá	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	14,29	6,76	7,53	Ameaçada
Itapissuma	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	21,43	0,00	21,43	Ameaçada
Ipojuca	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	85,71	60,04	25,67	Ameaçada
Jaboatão dos Guararapes	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	92,86	20,08	72,78	Progressão Insuficiente
Moreno	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	50,00	20,08	29,92	Estagnada
Olinda	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	50,00	20,08	29,92	Estagnada
Paulista	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	78,57	20,08	58,49	Progressão Insuficiente
Recife	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	64,29	6,76	57,53	Progressão Insuficiente
São Lourenço da Mata	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	71,43	20,08	51,35	Progressão Insuficiente

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado da ONU, 2015 e do GT Agenda 2030, 2021.

Ao analisar os resultados obtidos percebe-se que os municípios que compõem a RMR, em Pernambuco, categorizam-se quanto ao nível de sustentabilidade, como: 35,71% ameaçado; 28,58% estagnado; 35,71% classificado como progresso insuficiente e 0% classificado como progresso satisfatório (Figura 39).



Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado do S2iD, 2022.

E, diante desse cenário chama-se atenção para os municípios de Araçoiaba, Camaragibe, Ilha de Itamaracá, Itapissuma e Ipojuca que apresentaram nível de sustentabilidade classificado como ameaçado, esse resultado se deu principalmente devido à falta de instrumentos de planejamento que englobam ações para conter os eventos hidrológicos extremos e as ocorrências dos mesmos.

Já os municípios de Abreu e Lima, Igarassu, Moreno e Olinda tiveram nível de sustentabilidade classificado como estagnado. Neste contexto, percebe-se a cidade de Abreu e Lima deixou a desejar no investimento da dimensão “D”, enquanto que as cidades de Igarassu, Moreno e Olinda investiram mais na dimensão “B” e “D”, porém apresentaram carência na dimensão “A”.

Enquanto ao nível de sustentabilidade classificado como progresso insuficiente, o mesmo atingiu 35,71%, e nesta categoria estão os municípios do Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Paulista, Recife e São Lourenço da Mata que apresentaram mais investimentos no que tange a elaboração das variáveis, porém precisam focar na implementação efetiva para chegar ao nível desejável. Neste Sentido, destaca-se o município

do Jaboatão dos Guararapes que levando em consideração ao atendimento das variáveis atingiu 92,86%, porém foi o município onde ocorreram mais desastres entre os meses de abril a junho de 2022 (Figura 40).

Figura 40 – Alagamento em frente à igreja batista de Coqueiral, no Recife – Pernambuco, no dia 9 de junho de 2022

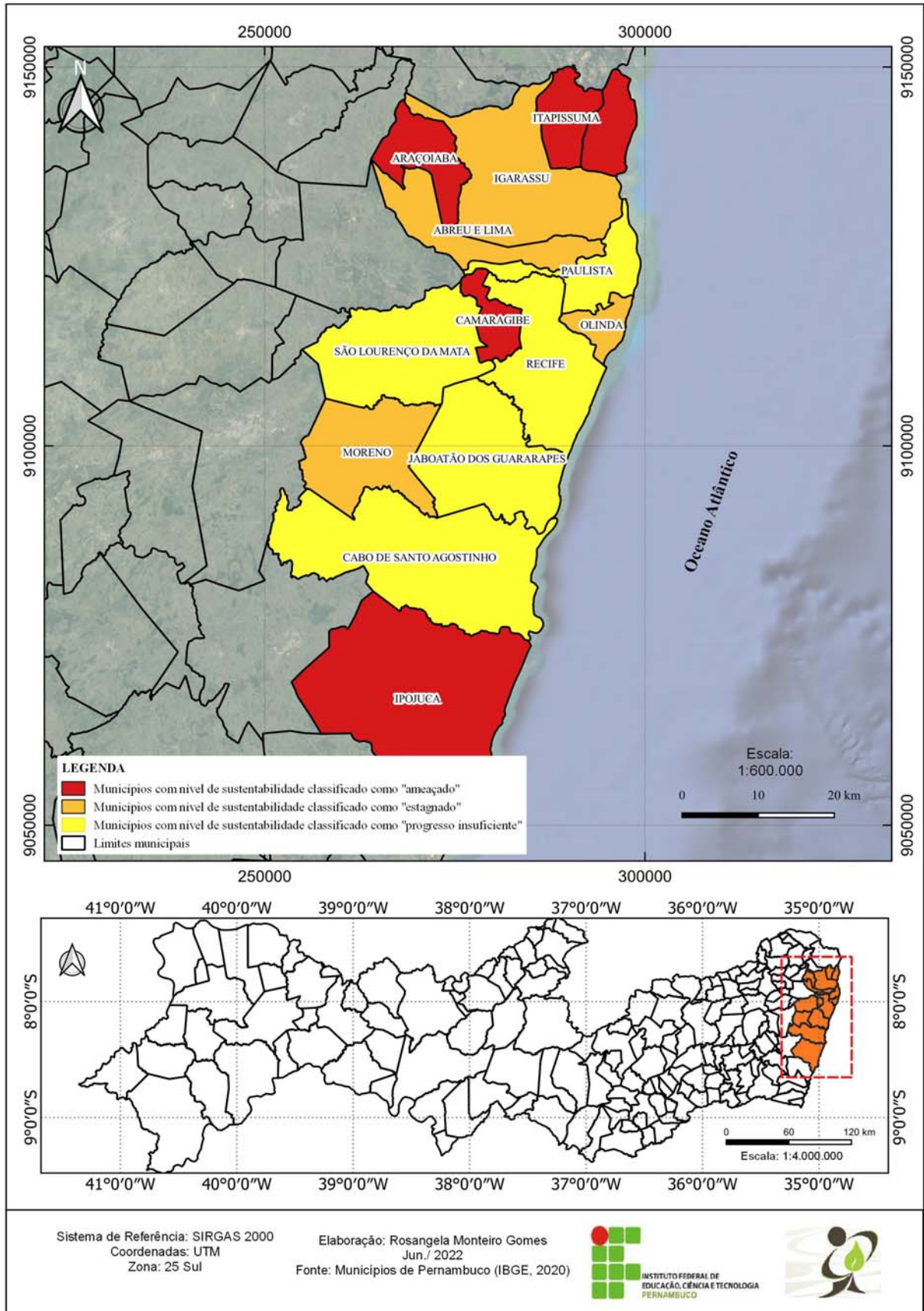


Fonte: Pedro Henrique, 2022.

Neste mesmo contexto, enquadram-se os municípios de Paulista e do Recife que também apresentaram índice satisfatório no que diz respeito as variáveis, porém foram os municípios que, depois de Jaboatão dos Guararapes, registraram mais desastres, e no caso do Recife houve registro de mortes. Ressalta-se que diante da metodologia utilizada neste estudo, nenhum município atingiu a classificação denominada progresso satisfatório, comprovando assim, a necessidade urgente de implementação das variáveis.

Na Figura 41, pode ser observado a representação dos resultados obtidos referentes ao Índice em Nível de Sustentabilidade da Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco.

Figura 41 – Mapa com os Índices em Níveis de Sustentabilidade dos municípios da Região Metropolitana do Recife - Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora, 2022.

No contexto geral, a probabilidade da Região Metropolitana do Recife - PE alcançar a meta 13.1 do ODS 13 até o ano de 2030 é baixa levando em consideração que nenhum dos municípios atenderam o nível de progresso satisfatório, enquanto que 78,57% ainda precisam apresentar políticas públicas efetivas. Portanto, ressalta-se que é a partir das ações estratégicas que os municípios têm no seu planejamento social, ambiental e econômico consolidado, e sua ausência ou deficiência, pode ter como resultado uma urbanização desordenada, trazendo como consequência os desastres descritos nesta pesquisa.

Todavia, os quatorze municípios dispõem de outros instrumentos de planejamento municipais voltados para a gestão efetiva do desenvolvimento urbano, como o Plano Plurianual (PPA), sendo este previsto pela Constituição Federal Brasileira em seu artigo 165 e o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI), determinado pela Lei Federal nº 13.089, de janeiro de 2015, que instituiu o Estatuto da Metrópole, tendo como foco o direcionamento dos locais onde as cidades devem crescer.

Neste mesmo sentido, a nível estadual, identificou-se o Plano Estadual de Mudanças Climáticas, elaborado em 2011, e o Plano de Descarbonização de Pernambuco e a criação do Comitê Estadual Pernambuco Carbono Neutro (CEPEN), o qual foi instituído pelo Decreto Nº 52.458 de 16 de março de 2022, tendo como intuito a neutralização das emissões dos gases do efeito estufa até 2050. E, adotando o município do Recife, capital do estado, como modelo, detectou-se a existência de esforço para reduzir os efeitos advindos das mudanças climáticas, assim como visando sua adaptação, a saber:

- Elaboração da Lei 18115 de 15 de janeiro de 2015 que dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do "telhado verde", e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem.
- Plano Recife 500 anos, em 2015.
- A elaboração do documento intitulado “Análise de riscos e vulnerabilidades climáticas e estratégia de adaptação do município do Recife – PE”, em 2019.
- Elaboração do inventário das emissões de gases do efeito estufa (GEEs), no município do Recife, em 2020.
- Elaboração do plano local de ação climática da cidade do Recife, em 2020.
- A elaboração do Plano Municipal de Drenagem e Manejo de águas pluviais do Recife, ainda em fase de construção.

4.4. PROPOSTAS DE AÇÕES ESTRATÉGICAS VISANDO MINIMIZAR OS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO

As ações estratégicas visando minimizar os eventos hidrológicos extremos na RMR, em Pernambuco devem ser pensadas para serem implementadas antes do período chuvoso, durante e depois. Portanto, faz-se necessário que os municípios disponham de recursos financeiros, pois diante do cenário atual de degradação ambiental, as ações realmente efetivas exigem investimentos e tomadas de decisões envolvendo uma equipe técnica multidisciplinar e que tenha visão sistemática que corroborem com a resiliência dos municípios.

Neste contexto, como ações preventivas destaca-se a necessidade dos municípios que compõem a área estudada, primeiramente atualizem o mapa hidrográfico, e a partir desta atualização sinalizem os trechos assoreados com o intuito de realizar o desassoreamento, ou seja, a remoção dos resíduos sólidos e de sedimentos, e em caso mais extremos faz-se necessário realizar a dragagem, o qual é um processo confundido com o desassoreamento, no entanto neste realiza-se a implantação de uma nova calha no rio por meio de escavação.

E, posteriormente façam a análise se esses corpos hídricos necessitam de implantação de barragem, retificação ou revitalização, caso sim, elaborar e executar os projetos civis para os determinados fins. Arelado a ação anterior, é preciso que seja realizado o estudo hidrológico, o qual dará diretrizes para o projeto de drenagem, e somado ao referido projeto, torna-se ideal investir em tecnologias sociais, como por exemplo, a implantação de jardins filtrantes, pois além de conter as águas pluviais, ele permite que as águas coletadas sejam tratadas antes de chegarem no manancial, assim como serve de paisagismo para o local.

Neste sentido, destaca-se também a possibilidade de implantação da tecnologia social denominada parques lineares que além de evitar construções às margens dos cursos de água, proporcionam a proximidade da população com o ambiente natural, e a existência das árvores que de forma espontânea contribuem para o sequestro do carbono. No entanto, cabe destacar, que independentemente da implantação de tecnologias sociais, às margens dos cursos de água são áreas de preservação permanente, todavia o plantio de mudas, principalmente nativas, nesta área é essencial, pois reduz a probabilidade dos sedimentos serem carregados para as águas causando o assoreamento dos corpos hídricos.

Já nos trechos com existência de ocupações irregulares, é indispensável a elaboração e execução do projeto de realocação da população que vive nesses locais impróprios, porém essa relocação precisar ser feita de modo a não interferir, de forma negativa, nos vínculos já

construídos. Mas, esta ação apenas será concretizada se houver fiscalização periódica, portanto, sugere-se que seja confeccionado e implementado o cronograma de fiscalização nas margens dos cursos de água, tendo como intuito averiguar o descumprimento das leis vigentes.

Então, é notório observar que de nada adiantará ter os instrumentos de planejamento, as variáveis relacionadas ao gerenciamento e a formação de equipe de gestão de risco e resposta a desastres se as medidas preventivas não forem executadas. Precisa-se que as leis, planos, projetos e as ações desenhadas sejam implementadas de forma urgente, pois conforme explanado no IPCC 2022, ainda em processo de finalização, há tendência das mudanças climáticas intensificarem, e isto tende a acarretar mais efeitos negativos.

Sendo assim, no Quadro 27 foram elencadas sugestões para melhoria ao enfrentamento dos efeitos advindo das mudanças climáticas a partir das variáveis utilizadas pela ONU, as quais tem como intuito analisar se os governos locais atenderão as metas estabelecidas pela Agenda 2030. Neste foram sugeridos a revisão de documentos, quando existente e a elaboração, quando não existente.

Quadro 27 – Ações estratégicas para minimizar os efeitos dos eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco (continua)

	Dimensão A Instrumentos de planejamento					Dimensão B Gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas							Dimensão D Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres		
	Plano Diretor que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Plano Municipal de Redução de Riscos	Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Mapeamentos de áreas de risco de enchentes ou inundações	Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco	Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Plano de Contingência	Projetos de engenharia relacionados ao evento	Sistema de alerta antecipado de desastres	Cadastro de risco	Unidade do Corpo de Bombeiros	Coordenação Municipal de Defesa Civil	Núcleos Comunitários de Defesa Civil
	(A183)	(A184)	(A185)	(A189)	(A190)	(A196)	(A197)	(A198)	(A199)	(A200)	(A201)	(A202)	(A220)	(A221)	(A225)
Abreu e Lima	Fiscalizar se as ações propostas no PD estão sendo executadas	Revisar a Lei de uso e ocupação e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Elaborar lei específica que contemple a prevenção de inundações	Atualizar periodicamente o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Atualizar o mapeamento das áreas de risco de inundações	Revisar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Revisar e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Revisar o Plano de Contingência	Elaborar os projetos e engenharia relacionados aos eventos	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Realizar o cadastro de risco	Implantar unidade de corpo de bombeiros	Verificar a necessidade de colaborador	Incentivar a criação dos núcleos
Araçoiaba	Fiscalizar se as ações propostas no PD estão sendo executadas	Revisar a Lei de uso e ocupação e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Elaborar lei específica que contemple a prevenção de inundações	Elaborar o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Elaborar o mapa das áreas de risco de inundações	Elaborar e implementar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Definir e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Elaborar o Plano de Contingência através da plataforma do S2iD	Elaborar os projetos e engenharia relacionados aos eventos	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Realizar o cadastro de risco	Implantar unidade de corpo de bombeiros	Verificar a necessidade de colaborador	Incentivar a criação dos núcleos
Cabo de S. Agostinho	Fiscalizar se as ações propostas no PD estão sendo executadas	Fiscalizar se as ações determinadas na Lei de usos e ocupação do solo estão sendo executadas	Fiscalizar se as ações determinadas na Lei específica estão sendo executadas	Atualizar periodicamente o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Atualizar o mapeamento das áreas de risco de inundações	Revisar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Revisar e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Revisar o Plano de Contingência	Elaborar os projetos e engenharia relacionados aos eventos	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Atualizar e automatizar o cadastro de risco	Implantar unidade de corpo de bombeiros	Verificar a necessidade de colaborador	Incentivar a criação dos núcleos

Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir de dados do IBGE, 2020.

Quadro 27 – Ações estratégicas para minimizar os efeitos dos eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco (continua)

	Dimensão A Instrumentos de planejamento					Dimensão B Gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas							Dimensão D Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres		
	Plano Diretor que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Plano Municipal de Redução de Riscos	Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Mapeamentos de áreas de risco de enchentes ou inundações	Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco	Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Plano de Contingência	Projetos de engenharia relacionados ao evento	Sistema de alerta antecipado de desastres	Cadastro de risco	Unidade do Corpo de Bombeiros	Coordenação Municipal de Defesa Civil	Núcleos Comunitários de Defesa Civil
	(A183)	(A184)	(A185)	(A189)	(A190)	(A196)	(A197)	(A198)	(A199)	(A200)	(A201)	(A202)	(A220)	(A221)	(A225)
Camaragibe	Fiscalizar se as ações propostas no PD estão sendo executadas	Fiscalizar se as ações determinadas na Lei de usos e ocupação do solo estão sendo executadas	Elaborar lei específica que contemple a prevenção de inundações	Atualizar periodicamente o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Atualizar o mapeamento das áreas de risco de inundações	Elaborar e implementar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Definir e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Revisar o Plano de Contingência	Elaborar os projetos e engenharia relacionados aos eventos	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Atualizar e automatizar o cadastro de risco	Implantar unidade de corpo de bombeiros	Verificar a necessidade de colaborador	Capacitar o pessoal que fazem parte do núcleo
Igarassu	Revisar o PD e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Revisar a Lei de uso e ocupação e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Elaborar lei específica que contemple a prevenção de inundações	Elaborar o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Atualizar o mapeamento das áreas de risco de inundações	Revisar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Revisar e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Revisar o Plano de Contingência	Revisar os projetos e engenharia relacionados aos eventos e determinar prazo para sua execução	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Atualizar e automatizar o cadastro de risco	Verificar se a unidade de corpo de bombeiros encontra-se eficiente	Verificar a necessidade de colaborador	Incentivar a criação dos núcleos
Ilha de Itamaracá	Revisar o PD e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Revisar a Lei de uso e ocupação e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Elaborar lei específica que contemple a prevenção de inundações	Elaborar o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Elaborar o mapa das áreas de risco de inundações	Revisar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Definir e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Elaborar o Plano de Contingência através da plataforma do S2iD	Elaborar os projetos e engenharia relacionados aos eventos	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Realizar o cadastro de risco	Implantar unidade de corpo de bombeiros	Verificar a necessidade de colaborador	Incentivar a criação dos núcleos

Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir de dados do IBGE, 2020.

Quadro 27 – Ações estratégicas para minimizar os efeitos dos eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco (continua)

	Dimensão A Instrumentos de planejamento					Dimensão B Gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas							Dimensão D Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres		
	Plano Diretor que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Plano Municipal de Redução de Riscos	Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Mapeamentos de áreas de risco de enchentes ou inundações	Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco	Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Plano de Contingência	Projetos de engenharia relacionados ao evento	Sistema de alerta antecipado de desastres	Cadastro de risco	Unidade do Corpo de Bombeiros	Coordenação Municipal de Defesa Civil	Núcleos Comunitários de Defesa Civil
	(A183)	(A184)	(A185)	(A189)	(A190)	(A196)	(A197)	(A198)	(A199)	(A200)	(A201)	(A202)	(A220)	(A221)	(A225)
Itapissuma	Revisar o PD e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Revisar a Lei de uso e ocupação e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Elaborar lei específica que contemple a prevenção de inundações	Atualizar periodicamente o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Elaborar o mapa das áreas de risco de inundações	Revisar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Definir e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Elaborar o Plano de Contingência através da plataforma do S2iD	Elaborar os projetos e engenharia relacionados aos eventos	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Realizar o cadastro de risco	Implantar unidade de corpo de bombeiros	Verificar a necessidade de colaborador	Incentivar a criação dos núcleos
Ipojuca	Fiscalizar se as ações propostas no PD estão sendo executadas	Fiscalizar se as ações determinadas na Lei de usos e ocupação do solo estão sendo executadas	Elaborar lei específica que contemple a prevenção de inundações	Atualizar periodicamente o Plano Municipal de redução de risco	Divulgar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Atualizar o mapeamento das áreas de risco de inundações	Revisar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Revisar e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Revisar o Plano de Contingência	Revisar os projetos e engenharia relacionados aos eventos e determinar prazo para sua execução	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Atualizar e automatizar o cadastro de risco	Verificar se a unidade de corpo de bombeiros encontra-se eficiente	Verificar a necessidade de colaborador	Incentivar a criação dos núcleos
Jaboatão dos Guararapes	Fiscalizar se as ações propostas no PD estão sendo executadas	Fiscalizar se as ações determinadas na Lei de usos e ocupação do solo estão sendo executadas	Fiscalizar se as ações determinadas na Lei específica estão sendo executadas	Atualizar periodicamente o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Atualizar o mapeamento das áreas de risco de inundações	Revisar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Definir e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Revisar o Plano de Contingência	Revisar os projetos e engenharia relacionados aos eventos e determinar prazo para sua execução	Analisar a necessidade de atualizar e expandir o sistema de alerta antecipado de desastres	Atualizar e automatizar o cadastro de risco	Verificar se a unidade de corpo de bombeiros encontra-se eficiente	Verificar a necessidade de colaborador	Capacitar o pessoal que fazem parte do núcleo

Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir de dados do IBGE, 2020.

Quadro 27 – Ações estratégicas para minimizar os efeitos dos eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco (continua)

	Dimensão A Instrumentos de planejamento					Dimensão B Gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas							Dimensão D Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres		
	Plano Diretor que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Plano Municipal de Redução de Riscos	Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Mapeamentos de áreas de risco de enchentes ou inundações	Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco	Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Plano de Contingência	Projetos de engenharia relacionados ao evento	Sistema de alerta antecipado de desastres	Cadastro de risco	Unidade do Corpo de Bombeiros	Coordenação Municipal de Defesa Civil	Núcleos Comunitários de Defesa Civil
	(A183)	(A184)	(A185)	(A189)	(A190)	(A196)	(A197)	(A198)	(A199)	(A200)	(A201)	(A202)	(A220)	(A221)	(A225)
Moreno	Fiscalizar se as ações propostas no PD estão sendo executadas	Revisar a Lei de uso e ocupação e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Elaborar lei específica que contemple a prevenção de inundações	Elaborar o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Atualizar o mapeamento das áreas de risco de inundações	Elaborar e implementar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Revisar e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Revisar o Plano de Contingência	Elaborar os projetos e engenharia relacionados aos eventos	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Atualizar e automatizar o cadastro de risco	Implantar unidade de corpo de bombeiros	Verificar a necessidade de colaborador	Capacitar o pessoal que fazem parte do núcleo
Olinda	Revisar o PD e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Revisar a Lei de uso e ocupação e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Elaborar lei específica que contemple a prevenção de inundações	Atualizar periodicamente o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Atualizar o mapeamento das áreas de risco de inundações	Revisar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Definir e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Revisar o Plano de Contingência	Elaborar os projetos e engenharia relacionados aos eventos	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Realizar o cadastro de risco	Verificar se a unidade de corpo de bombeiros encontra-se eficiente	Verificar a necessidade de colaborador	Capacitar o pessoal que fazem parte do núcleo
Paulista	Fiscalizar se as ações propostas no PD estão sendo executadas	Fiscalizar se as ações determinadas na Lei de usos e ocupação do solo estão sendo executadas	Fiscalizar se as ações determinadas na Lei específica estão sendo executadas	Atualizar periodicamente o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Atualizar o mapeamento das áreas de risco de inundações	Elaborar e implementar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Revisar e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Revisar o Plano de Contingência	Revisar os projetos e engenharia relacionados aos eventos e determinar prazo para sua execução	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Atualizar e automatizar o cadastro de risco	Implantar unidade de corpo de bombeiros	Verificar a necessidade de colaborador	Capacitar o pessoal que fazem parte do núcleo

Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir de dados do IBGE, 2020.

Quadro 27 – Ações estratégicas para minimizar os efeitos dos eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco (continuação)

	Dimensão A Instrumentos de planejamento					Dimensão B Gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas							Dimensão D Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres		
	Plano Diretor que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas	Plano Municipal de Redução de Riscos	Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Mapeamentos de áreas de risco de enchentes ou inundações	Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco	Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Plano de Contingência	Projetos de engenharia relacionados ao evento	Sistema de alerta antecipado de desastres	Cadastro de risco	Unidade do Corpo de Bombeiros	Coordenação Municipal de Defesa Civil	Núcleos Comunitários de Defesa Civil
	(A183)	(A184)	(A185)	(A189)	(A190)	(A196)	(A197)	(A198)	(A199)	(A200)	(A201)	(A202)	(A220)	(A221)	(A225)
Recife	Fiscalizar se as ações propostas no PD estão sendo executadas	Revisar a Lei de uso e ocupação e acrescentar as ações voltadas para as questões de inundações	Elaborar lei específica que contemple a prevenção de inundações	Atualizar periodicamente o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Atualizar o mapeamento das áreas de risco de inundações	Revisar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Definir e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Revisar o Plano de Contingência	Revisar os projetos e engenharia relacionados aos eventos e determinar prazo para sua execução	Implementar o sistema de alerta antecipado de desastres	Realizar o cadastro de risco	Verificar se a unidade de corpo de bombeiros encontra-se eficiente	Verificar a necessidade de colaborador	Capacitar o pessoal que fazem parte do núcleo
São Lourenço da Mata	Fiscalizar se as ações propostas no PD estão sendo executadas	Fiscalizar se as ações determinadas na Lei de usos e ocupação do solo estão sendo executadas	Elaborar lei específica que contemple a prevenção de inundações	Atualizar periodicamente o Plano Municipal de redução de risco	Elaborar a Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Atualizar o mapeamento das áreas de risco de inundações	Revisar o Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em áreas suscetíveis de risco	Revisar e executar os mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Revisar o Plano de Contingência	Elaborar os projetos e engenharia relacionados aos eventos	Analisar a necessidade de atualizar e expandir o sistema de alerta antecipado de desastres	Realizar o cadastro de risco	Verificar se a unidade de corpo de bombeiros encontra-se eficiente	Verificar a necessidade de colaborador	Incentivar a criação dos núcleos

Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir de dados do IBGE, 2020.

Destaca-se que, apesar de não ser uma das variantes elencadas pela ONU, verificou-se que seria de grande valia a elaboração de uma lei que abrangesse a questão do pagamento pelos serviços via taxa de drenagem e manejo de água urbana, da mesma forma como é feita para a questão do abastecimento de água e tratamento de esgoto, pois conter o fluxo das águas pluviais, principalmente em locais onde a impermeabilização do solo é intensa requer um fluxo financeiro considerado alto, visto que os gastos são durante a implantação e depois, devido a manutenção dos dispositivos.

Dentro do mesmo contexto que busca ações para conter os eventos hidrológicos extremos, um incentivo que os governos municipais podem proporcionar aos munícipes é conceder desconto na taxa do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) aos proprietários que em seus projetos construtivos reservaram uma taxa de área verde maior do que aquela estabelecida pelo Plano Diretor da cidade, assim como aqueles que implantarem telhado verde em seus imóveis. Essas ações além de incentivar a população em investir nas tomadas de decisões ambientalmente correta, favorece o aumento de áreas permeáveis.

É importante frisar a importância de que junto as medidas supracitadas, sejam implementados programas de educação ambiental e sanitária, pois a sensibilização da população no que tange ao descarte correto dos resíduos sólidos, de realizar o plantio de mudas de plantas nas margens dos rios, incentivar a utilização de bicicletas e do transporte público de qualidade, são medidas que contribuem para a minimização das emissões dos GEEs que intensificam às mudanças climáticas, com destaque para o controle dos eventos hidrológicos extremos. A realização desses tipos programas deve acontecer junto com as unidades institucionais e associações de moradores para que todos sintam-se responsáveis por conter os efeitos dos eventos hidrológicos extremos e pela preservação do meio ambiente.

Ressalta-se ainda que, é preciso que seja realizado investimento na geração de emprego e renda, pois foi observado que a população com pouco ou nenhum poder aquisitivo é a que tende a habitar locais impróprios sujeitos aos eventos hidrológicos extremos.

4.5. MANUAL DE DIFUSÃO E ACOMPANHAMENTO DAS AÇÕES DE ADAPTAÇÃO ÀS OCORRÊNCIAS DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO

Durante a realização dos estudos verificou-se a importância de tornar público os resultados obtidos. E, com o intuito de disseminar as informações em prol da minimização da problemática abordada na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco, assim como a busca de atender as metas estabelecidas pela ONU, em 2015, no que tange o ODS 13 optou-se por difundir os conhecimentos através de um manual intitulado “Manual de difusão e acompanhamento das ações de adaptação às ocorrências de eventos hidrológicos extremos na RMR, em Pernambuco”, sendo este apresentado no “Apêndice A”.

O referido manual teve como público alvo os gestores públicos para que os mesmos tomem conhecimento do diagnóstico do município, e a partir deste conhecimento verifiquem as fragilidades e potencialidade do mesmo, no que diz respeito às questões das ações necessárias para enfrentamento e adaptação aos efeitos advindos da mudança climática. E, a população civil organizada que tem como direito e dever, cobrar das autoridades competentes a conservação dos recursos naturais e a segurança dos habitantes.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se inferir que o cenário atual de ocorrência de eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco, ocorre de forma recorrente ao longo dos anos, marcadamente nos períodos chuvosos, devido aos aspectos físicos, biótico e socioeconômico que compõem a área estudada. E, apesar dos esforços realizados por alguns governos municipais, a partir da elaboração de leis, planos, projetos e ações para conter os efeitos advindos das mudanças climáticas, muitas medidas preventivas e corretivas ainda precisam ser implementadas em caráter de emergência, promovendo a participação da sociedade civil organizada.

Ressalta-se que, é preciso fazer valer as leis e implementar os planos, projetos e ações previstos a nível nacional, estadual e localmente, de forma que as estratégias previstas no ODS 13 da Agenda 2030 da ONU (2015) possam contribuir para que a RMR se torne mais preparada para enfrentar os efeitos negativos advindos das mudanças climáticas. Para isto, é preciso que os governos municipais cumpram seus deveres e a sociedade civil organizada cobre seus direitos de forma pacífica, pois foi possível observar que a cada dia a RMR está mais adensada, tendo como resultado ocupações irregulares e alto nível de impermeabilização do solo.

Chama-se atenção para a necessidade dos municípios cadastrarem as ocorrências dos efeitos advindos dos eventos hidrológicos extremos no Si2D para que essa ferramenta de gestão de desastres tenha funcionalidade, e assim poder transmitir dados reais no que diz respeito as ocorrências dos desastres, sendo possível enxergar o cenário atual.

Analisando as estratégias estabelecidas para o ODS 13, mais especificamente a meta 13.1 e seus indicadores 13.1 e 13.3, constatou-se o registro das ocorrências de eventos hidrológicos extremos recorrentes na RMR. E por outro lado, observou-se a falta ou deficiência de instrumentos de gestão essenciais para conter os efeitos das mudanças climáticas, repercutindo em desastres irreversíveis, como por exemplo, registro de mortes de munícipes. A existência e funcionalidade dos instrumentos de gestão citados no presente estudo, a exemplo do Mapeamentos de Áreas de Risco de Enchentes ou Inundações e o respectivo Programa Habitacional para Realocação de População de Baixa Renda em Área de Risco, proporcionam maior segurança para a comunidade e o efetivo controle por parte da gestão municipal no que diz respeito ao controle urbano nas áreas propícias a desastres.

Neste sentido, vale destacar que nenhum município da RMR alcançou níveis de sustentabilidade classificados como “progresso satisfatório”, ou seja, com grande

possibilidade de atingir a meta 13.1.3 estabelecida pelo ODS 13, até 2030. E, chama-se atenção para o município do Jaboatão dos Guararapes, que alcançou 92,86% no atendimento as variáveis propostas pela ONU, porém foi o município que registrou o maior número de desastre, em 2022.

Assim, diante dos resultados apresentados, esta pesquisa disponibiliza informações que podem contribuir com os governos locais na tomada de decisões, para que os mesmos possa elaborar e implementar políticas públicas efetivas juntamente com os residentes dos seus municípios, voltadas para o efetivo controle de ocorrências de eventos hidrológicos extremos recorrentes na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco e venham a implementar as ações de adaptação apropriadas, a exemplo da aplicação do Índice em Nível de Sustentabilidade como ferramenta de acompanhamento do desempenho dos municípios frente ao alcance da meta 13.1 - Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países do ODS 13 da agenda 2030. Ainda, a presente pesquisa disponibiliza informações à população em geral referente a necessidade de se cobrar do governo municipal ações que favoreçam o desenvolvimento sustentável local e garanta vida segura a todos.

Por fim, sugere-se a realização de novos estudos neste mesmo viés, com o intuito de verificar se houve progresso em relação ao controle das ocorrências dos eventos hidrológicos extremos na RMR ao longo do tempo e se as ações de adaptação aqui analisadas e sugeridas foram implementadas de forma efetiva.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (CPRH). **Unidades de conservação (2022)**. Recife. Disponível em: <http://sigcabure.cprh.pe.gov.br/>. Acesso em: 25 jan. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Gestão das águas**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 12 dez. 2020.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUA E CLIMA (APAC). **Bacia hidrográfica**. Disponível em: http://old.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=37. Acesso em: 03 mar. 2021.

ALMEIDA, J. C. B. **Drenagem urbana**. 1.ed. Curitiba: Contentus, 2020. 54p.

ARAKAKI, A. T. O direito à cidade e a urbanização brasileira. **Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, v. 21, Ed. 10, p. 76-87. 2020. ISSN: 2448-0959.

ARAÚJO, C. L.; FRAGA, R. G.; RESENDE, V. M. Participação social nos resultados da Rio+20: a inclusão dos interesses dos grupos sociais no texto “o futuro que queremos”. **Revista O Social em Questão**. Vol. 21. n.40, ISSN: 1415-1804, 2018.

ARAÚJO, M. P. S., ANDRADE, A. P. G., BRAGA, M. C. A. A dinâmica espacial em torno da região metropolitana do recife: Um emergente processo de urbanização estendida?. **XII SIIU**. Seminário Internacional de investigação em Urbanismo. São Paulo 15-17, Lisboa 25 – 26 de junho de 2020.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento sustentável: das origens à Agenda 2030**. 1.ed. Petrópolis: Vozes, 2020. 20p.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. . Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL. **Lei Nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF, 10 jul. 2001. 180o da Independência e 113o da República.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 183º da Independência e 116º da República.

BRASIL. Portaria GM/MI nº 526, de 6 de setembro de 2012. Estabelece procedimentos para a solicitação de reconhecimento de Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública por meio do Sistema Integrado. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 175, código 00012012091000027.

BRASIL. **Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. **Lei Nº 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, DF, 10 abr. 2012. 191º da Independência e 124º da República.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF, 25 maio. 2012. 191º da Independência e 124º da República.

BRASIL. **Lei Nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015.** Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Brasília, DF, 12 jan. 2015. 194º da Independência e 127º da República.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. **Diário Oficial da União:** Brasília, DF, 195º da Independência e 128º da República.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Área de risco.** Brasília, DF, 2020.

BRASIL. **Resolução Nº 34, de 1 de julho de 2005.** Emite as orientações e recomendações que seguem quanto ao conteúdo mínimo do Plano Diretor. Brasília, DF, 14 jul. 2005. Seção 1, p. 89.

CABRAL, L. N.; CÂNDIDO, G. A. Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11, e20180063. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.002.AO08>. 2019.

CALDEIRA, T. L. **Modelagem do impacto das mudanças climáticas sobre a hidrologia de subbacias da bacia hidrográfica transfronteiriça Mirim-São Gonçalo.** 2019. 240p. Tese (Doutorado em Manejo e Conservação do Solo e da Água) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4529>. Acesso em: 23 jan. 2021.

CALLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. 2. impressão. Porto Alegre: Associação brasileira de recursos hídricos, 2015. 336p.

CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento Sustentável: Dimensões e desafios**. 1 ed. Campinas: Papirus, 2020. 160p.

CARDOSO, C.; SILVA, M. S.; GUERRA, A. J. T. **Geografia e os riscos socioambientais**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. 207p.

CASTELHANO, F. J. **Clima Urbano**. 1.ed. Curitiba: Contentus, 2020. 65p.

CASTELHANO, F. J. **O clima e as cidades**. 1.ed. Intersaberes. Curitiba, 2020. 264p.

CAVALCANTI, M. A. **Os sistemas logísticos de transporte e a estruturação do território pernambucano: genese e produção**. 2015. 254p. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/17676/1/Tese%20-%20Marcelo%20Antunes%20Cavalcanti.pdf>. Acesso em 13 mar. 2022.

CENCI, D. R.; LORENZO, C. A mudança climática e o impacto na produção de alimentos: alguns elementos de análise da realidade brasileira e argentina. **Revista Direito em Debate**. v. 29 n. 54: Dossiê América Latina. <https://doi.org/10.21527/2176-6622.2020.54.32-43>. 2020.

CHAVES, A. M; NETA, M. S. A. Ser humano e natureza: uma relação de coexistência?. 1.ed. Maringá: **Uniedusul**, 2021. 70p.

CURY, M. D.; LADWIG, N. I.; MENEGASSO, J. D.; SUTIL, T.; CONTO, D. Mapeamento de áreas suscetíveis à inundação como informação para o planejamento e a gestão territorial em bacia hidrográfica. **Revista Caminhos de Geografia**. v. 22 n. 83: Uberlândia-MG. <https://doi.org/10.14393/RCG228356231.2021>.

CUNHA, B. P.; AUGUSTIN, S.; LIMA, L.G. D.; COSTA, N. R. A. **Os saberes ambientais, sustentabilidade e olhar jurídico**. 2.ed. Caxias do Sul: EducS, 2015. 394p.

DIAS, E. S. Os (des) encontros internacionais sobre meio ambiente: da Conferência de Estocolmo à Rio+20 - expectativas e contradições. **Caderno Prudentino de Geografia**. v.01, n.39, p. 06-33, 2017.

DUARTE, J. P. P. Importância e função das nascentes nas propriedades rurais: uma análise conceitual dos cinco passos para sua proteção. *In*: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 9., 2018, São Bernardo do Campo. **Anais [...]**. São Bernardo do Campo: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2018. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2018/V-001.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2021.

DUTRA, M. T. D. **Desenvolvimento de um índice de sustentabilidade hidroambiental em bacia hidrográfica: o caso da bacia do rio Capibaribe, Pernambuco**. 2017. 160p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMPRAPA). **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ)**. Súmula da 10

Reunião Técnica de Levantamento de Solos, Rio de Janeiro, p83, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (2001)**. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/zape/index.php?link=zapenet>. Acesso em: 02 fev. 2022.

FARIAS, V. B. **Avaliação dos indicadores do objetivo de desenvolvimento sustentável 11 – cidades e comunidades sustentáveis da Agenda 2030 na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco. 2021**. 160p. Dissertação (Mestrado em gestão ambiental) – Programa de pós-graduação em gestão ambiental, Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia de Pernambuco, Recife, 2021.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Transforma rede de tecnologia social: recursos hídricos, 2021**. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/tema/recursos-hidricos>. Acesso em 02 mar. 2021.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Aqui tem mata (2020)**. Disponível em: <https://www.aquitemmata.org.br/#/>. Acesso em: 2 mar. 2022.

GATES, B. **Como evitar um desastre climático: as soluções que temos e as inovações necessárias**. 1.ed. São Paulo, 2021. 299p.

GOMES, R. M.; CELESTINO, C. R. M.; LYRA, M. R. C. C.; DUTRA, M. T.; NASCIMENTO, R. M.; BARBOSA, I. M. B. R.; Silva, H. P. ODS 6 e uso do método 5W2H como proposta para a elaboração de plano de ação de desenvolvimento sustentável na microbacia hidrográfica do rio Jaguaribe - Município de Escada/ Pernambuco. *In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XXIV.*, 2021, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: Associação brasileira de recursos hídricos, 2021. Código XXIV-SBRH0923. ISSN 2318-0358. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=13732>. Acesso em: 10 maio. 2022.

GONCALVES, A. F.; PEREZ, J. J. A governança global no planejamento das cidades e sua relação com o regime internacional das mudanças climáticas. *Revista de Direito da Cidade*, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 806-829, maio 2020. ISSN 2317-7721. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/40486/33519>>. Acesso em: 21 abr. 2022. doi:<https://doi.org/10.12957/rdc.2020.40486>.

GRUPO DE TRABALHO DA SOCIEDADE CIVIL (GTSC). **Relatório Luz 2021**. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/relatorio-luz/relatorio-luz-2021/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

HERNANDEZ, L. C.; SZIGETHY, L. Controle de Enchentes. Exemplos do uso da tecnologia e inovação para o controle de enchentes. **IPEA**, 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/231-controle-de-enchentes>. Acesso em: 09 mar. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Biblioteca**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101589.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 02 mar. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Municípios 2010**. Disponível em: <http://www.municipios.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Perfil dos municípios brasileiros**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/pesquisa/1/74454>. Acesso em: 02 fev. 2022.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (ITS). **O que é Tecnologia Social: conceitos e dimensões**. Disponível em: <http://itsbrasil.org.br>. Acesso em: 22 fev. 2021.

JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency. 2022. **ALOS Global Digital Surface Model “ALOS World 3D - 30m (AW3D30)”**. Disponível em: <https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/data/>. Acesso em: 26 mar. 2022.

KORAH, P.; LÓPEZ, F. (2015). **Mapping Flood Vulnerable Areas in Quetzaltenango, Guatemala using GIS**. Journal of Environment and Earth Science. 5. 132-143.

KRONEMBERGER, D. M. P. Os desafios da construção dos indicadores ODS globais. **Revista Ciência e Cultura**. Vol. 71. n.1, ISSN 2317-6660, 2019.

LEAL, F. C. B. S.; BARBOSA, I. M. B. R.; AQUINO, J. T. A. Mapeamento de áreas vulneráveis à inundação com uso do SIG e da análise multicritério: o caso da bacia hidrográfica do rio Una em Pernambuco. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. esp, p. 20-40, 2020.

LEFF, E. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder**. 11.ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2015. 494p.

LIMA, R. R. **Carta geotécnica de aptidão à urbanização frente a desastres naturais e induzidos elaborada para o município do Ipojuca-PE na escala de planejamento (1:25.000)**. 2016. 319p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

MASCARENHAS, S. A. **Metodologia científica**. 1.ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. 139p.

MAZZAROTTO, A. A. V. S.; SILVA, R. C. **Gestão da sustentabilidade urbana: leis, princípios e reflexões**. 1.ed. Curitiba: Intersaberes, 2017. 364p.

MELO, I. S.; CARVALHO, R. M. C. M. O.; SOBRAL, M. C. M.; LYRA, M. R. C. C.; SILVA, H. P. Adaptação aos impactos das mudanças climáticas na perspectiva do Plano Diretor da cidade do Recife. **Revista brasileira de estudos urbanos e regionais**, v.23, e202140pt, 2021.

MENDONÇA, F. **Riscos Híbridos: concepções e perspectivas socioambientais**. 1. ed. Rio de Janeiro: Oficina de textos, 2021. 162p.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **Carta Geotécnica de**

Aptidão à Urbanização. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/desenvolvimento-regional-e-urbano/acoes-e-programas-sndru/166-secretaria-nacional-de-programas-urbanos/carta-geotecnica/3260-cartas-geotecnicas-de-aptidao-a-urbanizacao-um-novo-instrumento-de-gestao-urbana-para-prevencao-de-desastres-naturais>. Acesso em: 20 abr. 2022.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **Secretaria Nacional de Proteção e Defesa civil, 2022.** Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade2.pdf. Acesso em: 20 abr. 2022.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **Secretaria Nacional de Proteção e Defesa civil, 2012.** Disponível em: MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **Secretaria Nacional de Proteção e Defesa civil, 2022.** Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade2.pdf. Acesso em: 20 abr. 2022.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **Secretaria Nacional de Proteção e Defesa civil, 2021.** Disponível em: MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **Secretaria Nacional de Proteção e Defesa civil, 2022.** Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/Caderno_GIRD10_.pdf. Acesso em: 20 abr. 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Biomás (2022).** Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/educacao-ambiental/pol%C3%ADtica-nacional-de-https://antigo.mma.gov.br/biomass.html>. Acesso em: 25 fev. 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Carta da Terra (2022).** Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/educacao-ambiental/pol%C3%ADtica-nacional-de-educ%C3%A7%C3%A3o-ambiental/documentos-referenciais/item/8071-carta-da-terra.html>. Acesso em: 25 fev. 2022.

NASCIMENTO, D. T.; BINOTTO, E.; BENINI, E. G. O Movimento da Tecnologia Social: uma Revisão Sistemática de seus Elementos Estruturantes entre 2007 e 2017. **Revista de Gestão do Unilasall.** v. 8, n. 3, p. 93-111. 2019.

NAZARETH, P. A. Planos diretores e instrumentos de gestão urbana e ambiental no Estado do Rio de Janeiro. **Rev. Serv. Público Brasília** 69 (1) 211-240 jan/mar 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/Rozangela/Downloads/1762-Texto%20do%20Artigo-9833-1-10-20180329%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Rozangela/Downloads/1762-Texto%20do%20Artigo-9833-1-10-20180329%20(1).pdf). Acesso. 20 maio. 2022.

NELLES, D.; SERRER, C. **Mudança climática:** os fatos como você nunca viu antes. Rio de Janeiro: Sextante, 2020. 132p.

NUNES, L. H. **Urbanização e desastres naturais.** 1.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 114p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), 1972. **Declaração de Estocolmo.** Disponível em: <https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/2167.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **17 objetivos para transformar nosso mundo. Agenda 2030. 2015.** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 28 mar. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **17 objetivos para transformar nosso mundo. Agenda 2030. 2022.** Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=13>. Acesso em: 2 maio. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Nosso futuro comum.** Relatório elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente, da Organização das Nações Unidas. Rio de Janeiro. Ed. Da Fundação Getúlio Vargas, 1988. 430p.

PAINEL GOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (IPCC, sigla em inglês). **Relatório 2021.** Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2022.

PAINEL GOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (IPCC, sigla em inglês). **Relatório 2022.** Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>. Acesso em: 15 maio 2022.

PATRIARCHA-GRACIOLLI, S. R. Acordos mundiais estabelecidos na rio-92: uma reflexão do panorama atual. **Revista Revbea**, v. 10, n. 3, p.69-81, 2015.

PEREIRA, L. A.; RODOVALHO, A. B. Prejuízos no sistema de drenagem das rodovias suscitados pelo processo de urbanização. **Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. v. 03, Ed. 03, p. 05-18. 2020.

PERNAMBUCO. **Decreto Nº 52458, de 16 de março de 2022.** Institui o Plano de Descarbonização de Pernambuco e o Comitê Estadual Pernambuco Carbono Neutro - CEPEN. Recife, PE, 16 mar. 2022. 206º da Revolução Republicana Constitucionalista e 200º da Independência do Brasil.

PERNAMBUCO. **Lei Complementar Nº 426, de 3 de abril de 2020,** Altera a Lei Complementar nº 388, de 27 de abril de 2018, que regulamenta o disposto no § 3º do art. 25 da Constituição Federal, e a Lei Complementar 382, de 9 de fevereiro de 2018, que dispõe sobre a Região Metropolitana do Recife - RMR, para realocar o município de Goiana para a Zona da Mata Norte. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=2&numero=426&complemento=0&ano=2020&tipo=&url=>. Acesso em: 22 ago. 2021.

PERNAMBUCO. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Plano Estadual de Mudanças Climáticas – Pernambuco.** Recife: SEMAS, 2011. 81p.

PRESBITERIS, R. J. B. **Princípios de química ambiental.** 1.ed. Curitiba: Intersaberes, 2021. 232p.

PROJETO MAPBIOMAS – COLEÇÃO 2020. **Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil.** Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR, Acesso em: **27 mar. 2022.**

RECIFE (PE). **Lei Complementar 2/2021**. Dispõe sobre o Plano Diretor do município do Recife [...]. Recife: Prefeitura Municipal do Recife, 2021. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-recife-pe>. Acesso em: 20 abr. 2022.

RECIFE (PE). **Lei Municipal 18.770/2020**. Dispõe sobre o Plano Diretor do município do Recife [...]. Recife: Prefeitura Municipal do Recife, 2020. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/11RdZTN2d97seQviGppv5xXrBjUuTtxtCm/view>. Acesso em: 20 fev. 2021.

RECIFE (PE). Prefeitura Municipal do Recife. **Legislação municipal do Recife**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/prefeitura/pe/recife>. Acesso em: 20 fev. 2022.

RECIFE (PE). Prefeitura Municipal do Recife. **Processo de Urbanização**. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/servico/aspectos-urbanisticos-e-ambientais-do-recife?op=NTI4Mg==>). Acesso em: 22 mar. 2022.

REZENDE, G. B. M.; HELD, T. M. R.; MIRANDA, J. P. R.; BRITO, A. L. C. (2018). **Meio ambiente e desenvolvimento sustentável: abordagem das perspectivas socioambientais na contemporaneidade**. 1.ed. São Paulo, 292p.

RIBEIRO, L.S. **Tecnologia social: conceito e fundamentos**. 1.ed. Curitiba: Contentus, 2020. 90p.

ROMA, J. C. Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. **Revista Ciência e Cultura**. Vol. 71. n.1, ISSN 2317-6660, 2019.

SANTOS, E. M. **Aplicação do modelo shalstab na previsão de escorregamentos no município de Camaragibe, Região Metropolitana do Recife**. 2020. 100p. Dissertação (Mestrado em geografia) – Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

SANTOS, T. G.; VENTORINI, S. E. Mapeamento digital das áreas propícias às enchentes e inundações na bacia do Córrego do Lenheiro em São João del-Rei –MG. **Revista PerCursos**, Florianópolis, v. 18, n.36,p. 95 –124, 2017.

SEBRAE. **Tecnologias sociais: como os negócios podem transformar comunidades**. 1.ed. Cuiabá: Color, 2017. 34p.

SEIXAS, A. S.; LIMA, T. L. M.; LIMA, G. M.; DANTAS, T. K. S.; GUIMARÃES, P. B. V. As tecnologias sociais como instrumento para o desenvolvimento nacional. **ISTI**, Aracaju, v. 3, n. 1, p. 010-017, 2015.

SILVA JUNIOR, M. A. B.; SILVA, S. R. Impactos da urbanização e das alterações climáticas no sistema de drenagem do Recife/PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.09, n.06, p. 2034-2053, 2016.

SILVA, D. G.; MELO, R. F. T.; CORRÊA, A. C. B. A influência da densidade de drenagem na interpretação da evolução geomorfológica do complexo de tanques do município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**. v. 26, n. 3, p. 294-

306, 2019.

SINGER, P. **Urbanização e desenvolvimento**. 1.ed. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2017. 210p.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES (S2iD). **Arquivo digital**. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/series/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

SOUSA, R. E. S.; GONÇALVES, G. F.G. Um estudo sobre os impactos decorrentes de inundações no município de Belo Horizonte. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 3, p.591-605, 2018.

TAVEIRA, B. D. A. **Hidrogeografia e gestão de bacias**. 1.ed. Curitiba: Intersaberes. Curitiba, 2018. 220p.

TENÓRIO, M. L.; LYRA, M. R. C. C.; SILVA, H. P.; SILVA, J. A. A. Coordenadorias Municipais de Defesa Civil frente a desastres naturais: estudo sobre o nível de atuação em municípios de Pernambuco. **Revista PerCursos**, v. 18, n. 38, p.167-195, 2017.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da Drenagem Urbana**. 1 ed. Brasília: CEPAL-IPEA. Brasília, 2012. 54p.

ZINATO, T. M. C.; GUIMARÃES, M. M. Estudo sobre a utilização de “WETLANDS” construídas para tratamento de águas residuárias no Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 7., 2017, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2017. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/IX-001.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2021.

APÊNDICE A – Manual de Difusão de Acompanhamento das Ações de Adaptação às Ocorrências de Eventos Hidrológicos Extremos na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PERNAMBUCO

2022

ROSANGELA
MONTEIRO GOMES

MANUAL DE DIFUSÃO E ACOMPANHAMENTO DAS AÇÕES DE ADAPTAÇÃO ÀS OCORRÊNCIAS DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO

METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO



ROSANGELA MONTEIRO GOMES

MANUAL DE DIFUSÃO E ACOMPANHAMENTO DAS
AÇÕES DE ADAPTAÇÃO ÀS OCORRÊNCIAS DE
EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA REGIÃO
METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO

Manual fruto de dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, para qualificação como requisito para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Linha de Pesquisa Gestão para a sustentabilidade

Coautoras:

Maria Tereza Duarte Dutra e Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa

Diagramação: Mônica Valéria Gomes Barbosa

1.Desenvolvimento sustentável 2.Emergência climática.
3.Urbanização.

SUMÁRIO

03

Apresentação

04

Região Metropolitana
do Recife, em
Pernambuco

05

Desenvolvimento
Sustentável

07

Urbanização

08

Mudanças Climáticas

09

Impactos Advindos dos
Eventos Hidrológicos nos
municípios da Região
Metropolitana do Recife, em
Pernambuco, de janeiro de
2015 a JUNHO de 2022

12

Proposição de Ações
estratégicas visando
minimizar os efeitos dos
eventos hidrológicos
extremos na RMR, em
Pernambuco

14

Referências

APRESENTAÇÃO

Este Manual de difusão e acompanhamento das ações de adaptação às ocorrências de eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife (RMR), em Pernambuco, é fruto da minha dissertação do Programa de Pós-graduação em nível de Mestrado Profissional em Gestão Ambiental, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Recife, tendo como linha de pesquisa a Gestão para a Sustentabilidade.

Neste contexto, o manual supracitado tem como objetivo apresentar o cenário das ocorrências dos eventos hidrológicos extremos, ou seja, inundações, enxurradas e alagamentos, que assolaram a Região Metropolitana do Recife, no período compreendido entre janeiro de 2015 a junho de 2022, ao mesmo tempo que descreve as ações de adaptação implementadas pelos gestores públicos dos 14 municípios que compõem a área analisada, e a partir das informações obtidas foi possível elaborar a matriz de desempenho dos municípios em relação ao Índice em Nível de Sustentabilidade.

Sendo assim, o mesmo teve como base o conceito de desenvolvimento sustentável, e para isto adotou-se o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 (ODS 13), o qual faz parte dos 17 ODS da Agenda 2030, elaborados pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, e tem como tema “Ação Contra a Mudança Global do Clima”. E, por fim foram elencadas ações estratégicas com o intuito de minimizar os efeitos dos eventos hidrológicos extremos na RMR, em Pernambuco.

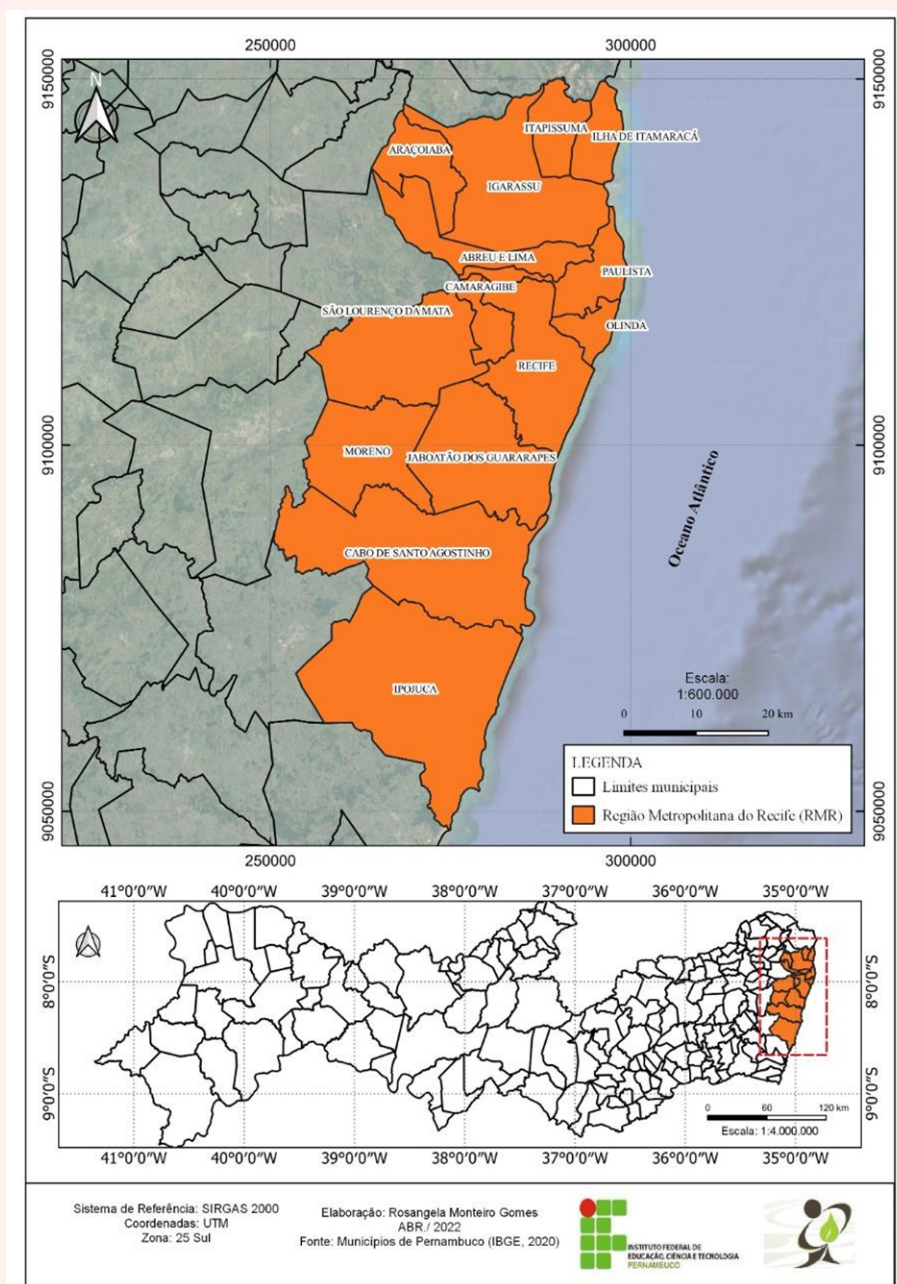


REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO



A Região Metropolitana do Recife (RMR), de acordo com a Lei Complementar Nº 426, de 3 de abril de 2020, é composta por 14 (quatorze) municípios pertencentes ao estado de Pernambuco, a saber: Abreu e Lima, Araçoiaba, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Igarassu, Ilha de Itamaracá, Ipojuca, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista, Recife e São Lourenço da Mata (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da Região Metropolitana do Recife - PE



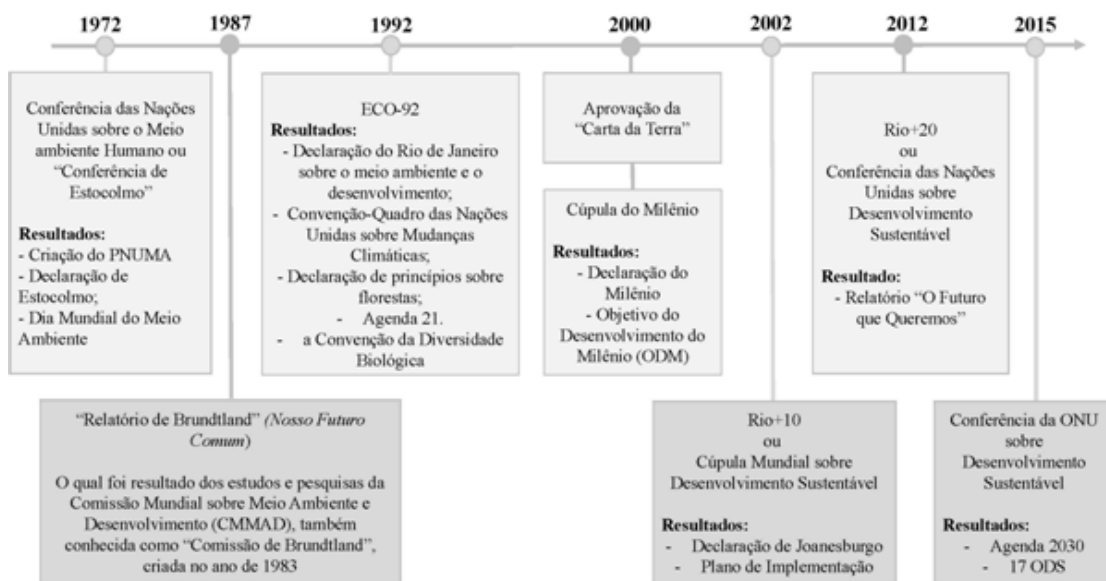
0Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir de dados do IBGE (2020).

E, de acordo com o IBGE (2021), a área total da RMR é de 2.764,26km², correspondendo a 2,82% da área total do estado de Pernambuco, que é de 98.067,880 km².

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A busca para vivermos de forma harmoniosa com a natureza vem desde os anos 70, quando a população se atentou para a necessidade de preservarmos e conservarmos os recursos naturais, partindo do princípio de que a geração atual usufrua dos recursos da natureza de um modo que as próximas gerações também possam usufruir. De acordo com Gomes et al. (2021), para enfrentar os problemas ambientais houve a “intensificação de movimentos compostos por indivíduos e organizações, conferências, tratados e acordos” em prol do desenvolvimento sustentável, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Linha do tempo dos marcos nacionais e internacionais sobre o desenvolvimento sustentável



Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado de Camargo, 2020.

Percebe-se que em todos os eventos houveram resultados, e destaca-se neste Manual a criação da Agenda 2030, e dentro deste contexto há os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (17 ODS) elaboradas pela ONU, em 2015 (Figura 3).

Figura 3 – Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030



Fonte: ONU, 2015

E, dentre os 17 ODS destaca-se o ODS 13 intitulado como “Ação contra a mudança global do clima”, composto por cinco metas e oito indicadores (Figura 4).

De acordo com ONU (2022), dentre os 8 (oito) indicadores 5 (cinco) encontram-se produzidos; não há indicador em situação de análise/ construção; 2 (dois) estão sem dados e 1 (um) não se aplica ao Brasil (Quadro 1).

Figura 4 – Descrição do ODS 13 da Agenda 2030



Fonte: ONU, 2015.

Quadro 1 – Metas, indicadores e situação referente ao ODS 13

Metas	Indicadores	Situação
13.1 - Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países.	13.1.1 – Número de mortes, pessoas desaparecidas e pessoas diretamente afetadas atribuído a desastres por 100 mil habitantes.	Produzido
	13.1.2 – Número de países que adotam e implementam estratégias nacionais de redução de risco de desastres em linha com o Quadro de Sendai para a Redução de Risco de Desastres 2015 - 2030.	
	13.1.3 – Proporção de governos locais que adotam e implementam estratégias locais de redução de risco de desastres em linha com as estratégias nacionais de redução de risco de desastres.	
13.2 - Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais	13.2.1 – Número de países com contribuições nacionalmente determinadas, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação, estratégias como reportadas nas comunicações nacionais e de adaptação	Produzido
	13.2.2 – Emissões totais de gases de efeito estufa por ano	
13.3 - Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima	13.3.1 - Grau em que a (i) a educação para a cidadania global e (ii) a educação para o desenvolvimento sustentável são integradas nas (a) políticas nacionais de educação; (b) currículos escolares; (c) formação de professores; e (d) avaliação de estudantes	Sem dados
13.a - Implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] para a meta de mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões por ano a partir de 2020, de todas as fontes, para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto das ações de mitigação significativas e transparência na implementação; e operacionalizar plenamente o Fundo Verde para o Clima por meio de sua capitalização o mais cedo possível	13.a.1 - Quantidades fornecidas e mobilizadas em dólares dos Estados Unidos por ano em relação à meta continuada de mobilização coletiva existente do compromisso de US\$100 bilhões até 2025	Sem dados
13.b - Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas	13.b.1 – Números de países menos desenvolvidos e pequenos estados insulares em desenvolvimento com Contribuições Nacionalmente Determinadas, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação, estratégias como reportadas nas comunicações nacionais e de adaptação	Não se aplica ao Brasil

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseando da ONU, 2022.

A ONU (2015), enfatiza que as metas e os indicadores supracitados, devem ser aplicadas a nível global, regional e local. E, no que diz respeito ao nível local ressalta-se a importância de analisar a questão da urbanização associada a “resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais”.

¹Quadro de Sendai: foi adotado pela ONU durante a III Conferência Mundial da ONU sobre a Redução do Risco de Desastres realizada em março de 2015 em Sendai, no Japão, cujo o intuito é “uma redução substancial do risco de desastres e perdas em vidas, meios de subsistência e saúde e em bens econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas, comunidades e países” até o ano de 2030 (ONU, 2015).

URBANIZAÇÃO

De acordo com Nunes (2015), a ocupação da cidade demonstra a organização da população no território, a qual modifica, de forma significativa, o meio ambiente natural. E, neste mesmo contexto, Cardoso, Silva e Guerra (2020), defendem a ideia de que “a estruturação do espaço urbano capitalista isola a população mais rica e condena a população mais pobre para as áreas menos favorecidas da cidade”.

No que diz respeito ao processo de urbanização da referida RMR, Araújo, Andrade e Braga (2020), destacaram que esse processo teve início a partir das imigrações e do êxodo rural, o que não diferiu dos demais estados brasileiros. E, a Prefeitura Municipal do Recife (2022), acrescenta que a urbanização na RMR intensificou-se após a implantação de “indústrias ao longo dos eixos rodoviários arteriais (BR-101, ao norte e ao sul, e BR-252 a oeste) e de grandes conjuntos habitacionais promovidos pelo Banco de Habitação Popular (BNH)”.

Ainda de acordo com a prefeitura do Recife (2022), posteriormente foram surgindo novos empreendimentos, como: Complexo Industrial Portuário de Suape, em Ipojuca; o Polo Farmacoquímico, em Recife; a Cidade da Copa, em São Lourenço da Mata; a implantação da Fiat, em Goiana que mesmo não fazendo parte da RMR, atrai à população, devido as propostas de emprego. Todavia, essa urbanização acelerada resultou na ocupação de locais inadequados para habitação (Figura 5).

Figura 5 – Bairro Alto das Colinas, em Jaboatão dos Guararapes - Pernambuco



Fonte: a autora, 2021.

Então, a existência dos eventos hidrológicos extremos somado a habitação de locais impróprios, neste caso destaca-se as ocupações em margens de curso de água resulta em desastres ambientais, sendo esses intensificados com a questão das mudanças climáticas.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças climáticas é um tema que está sendo debatido constantemente, visto que periodicamente houve registro de desastres ambientais devastador associados a chuvas intensas. Então, para avaliar o nível de exposição aos desastres correlacionados as mudanças climáticas, Mendonça (2021), sugere a avaliação de cinco indicadores, a saber: deslizamentos, inundações, secas, tempestades e aumento do nível do mar. Mas, neste Manual será tratada a questão das inundações e demais eventos hidrológicos extremos.

Sendo assim, faz-se necessário ressaltar a terminologia de eventos classificados como hidrológicos extremos (Quadro 2).

Quadro 2 – Conceito de inundações, enxurradas e alagamentos

Evento	Grupo	Subgrupo	Definição	COBRADE
Natural	Hidrológico	Inundações	Água acumulada no leito das ruas, depressões e áreas planas no perímetro urbano decorrente de fortes precipitações pluviométricas em cidades.	1.2.1.0.0
		Enxurradas	Volume de água resultante de fortes chuvas. A água escorre na superfície do terreno com grande velocidade.	1.2.2.0.0
		Alagamentos	Transbordamento de água da calha normal de rios, lagos e açudes ou acumulação de água em áreas não habitualmente submersas. Provocada por chuvas intensas e concentradas. Entre as causas estão chuvas intensas e concentradas, saturação do lençol freático, assoreamento do leito dos rios e compactação e impermeabilização do solo, precipitações intensas com marés elevadas, rompimento de barragens e drenagem deficiente de áreas a montante (acima) de aterros.	1.2.3.0.0

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado do MDR, 2012.


 Santos (2020), alerta que as áreas mais propícias a sofrerem com os efeitos dos eventos hidrológicos extremos são: encostas íngremes, fundo de vales e planícies de inundações. Ainda de acordo com o mesmo autor, os desastres geralmente acontecem nos períodos de chuvas intensas, principalmente nas regiões metropolitanas, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Inundação no município de Camaragibe, em Pernambuco, no dia 21 de março de 2022



Foto: reprodução/TV Globo, 2022.

Ressalta-se que os principais transtornos relacionados à ocorrência de eventos hidrológicos extremos, principalmente na área urbana são mortes e perda de bens materiais.



Foto: Matheus Gomes, 2022.

IMPACTOS ADVINDOS DOS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, EM PERNAMBUCO, DE JANEIRO DE 2015 A JUNHO DE 2022

A Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco é composta por áreas que naturalmente apresentam potenciais de eventos hidrológicos extremos, devido a mesma apresentar em sua maior parte, relevo plano e suave ondulado, presença de cursos d'água e cotas baixas. Além disso, a urbanização desenfreada ocasionou a impermeabilidade do solo, agravando ainda mais com as ocupações em locais impróprios e com as mudanças climáticas tornando a área vulnerável aos desastres ambientais.

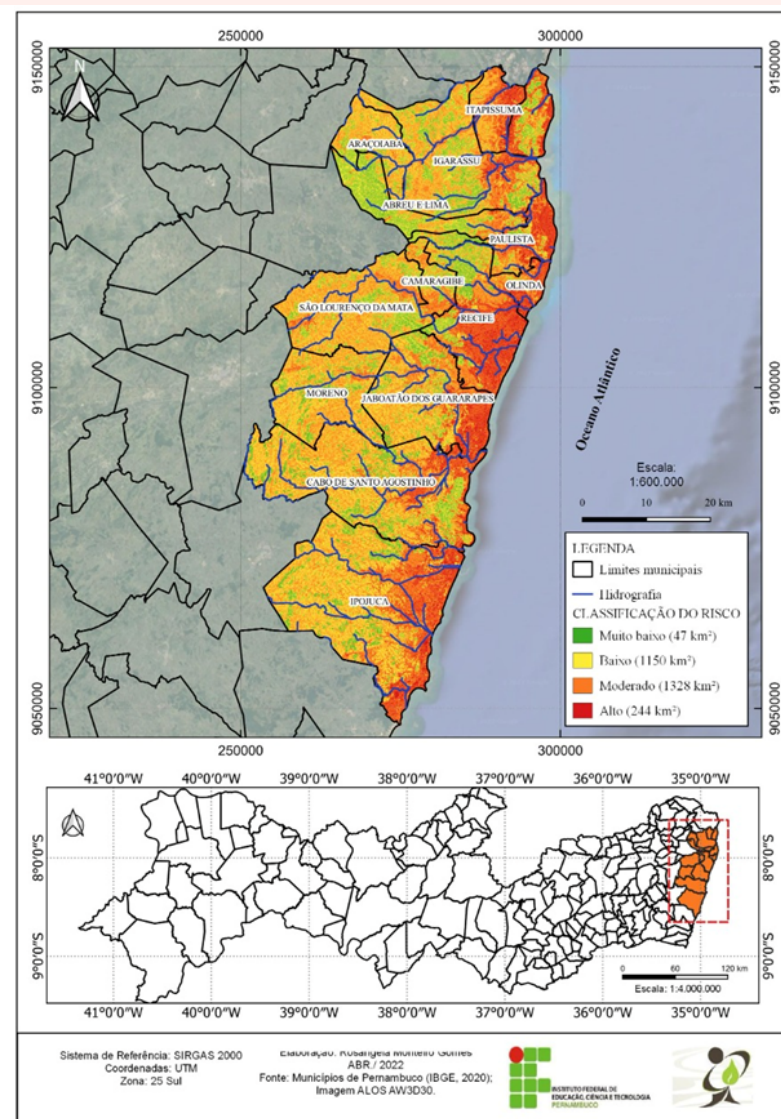
No decorrer dos estudos observou-se que 1,70% da área que engloba a Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco apresenta risco muito baixo de eventos hidrológicos extremos.

Enquanto 41,53% foi classificada como de baixo risco. No entanto, a área classificada como de risco moderado, a qual representa 47,96% da área total foi a de maior abrangência dentre as quatro faixas determinadas. Por fim, destaca-se o percentual de área classificada como de alto risco eventos hidrológicos extremos com a representatividade de 8,81% da área total da RMR, em Pernambuco sendo a segunda classe em termo de área, mas com a capacidade de gerar impactos negativos irreversíveis (Figura 7).

Então, após a análise do mapa referente as áreas suscetíveis a eventos hidrológicos extremos, verificou-se no sítio eletrônico do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) os registros de ocorrências de desastres durante o período de janeiro de 2015 a junho de 2022. Neste contexto, observou-se que o único município que não há registro de desastre é Itapissuma (Quadro 3), porém esse resultado pode estar condicionado ao não cumprimento da Portaria GM/MI

Nº 526, de 6 de setembro de 2012, visto que conforme o mapa das áreas suscetíveis aos eventos hidrológicos extremos apresentado no subitem 4.1 há, no município supracitado, área com alto risco.

Figura 7 - Mapa das áreas suscetíveis a eventos hidrológicos extremos, na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), a partir dos dados do IBGE, 2020.

Quadro 3 – Levantamento dos impactos advindos dos eventos hidrológicos extremos na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco (2015-2022)

Municípios da RMR de Pernambuco	Registro de desastre no S2iD								Nº de mortes	Nº de pessoas desaparecidas	Nº de afetados	População estimada (2021)	Método de cálculo: $\frac{M + D + A}{P} \times 100.000$
	período de tempo												
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022					
Abreu e Lima	N	N	N	N	N	N	N	S	0	0	437	100.698	433,97
Araçoiaba	N	N	N	N	N	N	N	S	0	0	82	20.936	391,67
Cabo de Santo Agostinho	N	N	N	N	N	N	N	S	0	0	1962	210.796	930,76
Camaragibe	N	S	N	N	S	N	S	S	7	1	5403	159.945	3383,04
Igarassu	N	N	N	N	S	N	N	S	0	0	2480	119.690	2072,02
Ilha de Itamaracá	N	N	N	N	N	N	N	S	0	0	549	27.076	2027,62
Ipojuca	N	S	S	S	S	N	N	S	0	0	1657	99.101	1672,03
Itapissuma*	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	27.144	0,00
Jaboatão dos Guararapes	N	N	N	N	S	N	N	S	64	0	101065	711.330	14216,89
Moreno	N	N	N	N	N	N	S	S	0	0	1073	63.792	1682,03
Olinda	N	S	N	N	N	N	N	S	6	0	5704	393.734	1450,22
Paulista	N	S	N	N	N	N	N	S	0	0	19132	336.919	5678,52
Recife	N	N	N	N	N	N	N	S	43	4	4773	1.661.017	290,18
São Lourenço da Mata	N	N	N	N	S	N	N	S	0	0	1805	114.910	1570,79
TOTAL									120	5	146122	4.020.012	35.800

*Não foi encontrado registro de desastre no S2iD para o período analisado

Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado no S2iD, 2022.

Sendo assim, percebe-se que dentre o período de tempo analisado, o ano com maior número de registro de desastre no Si2D foi 2022, o fato ocorreu devido as chuvas intensas que caíram do mês de abril a junho, do referido ano, causando múltiplos desastres. Neste contexto, observou-se que o município do Jaboatão dos Guararapes, foi o mais castigado com o registro de 64 mortes e 101.065 pessoas afetadas. O município de Paulista vem em segundo lugar, com o registro de 19.132 pessoas afetadas, porém quando a comparação é feita apenas com o registro de mortes, o município do Recife ocupa a segunda colocação com 43 mortes.

A partir dos dados apresentados anteriormente, procedeu-se o cálculo do Índice em Níveis de Sustentabilidade visando verificar o grau de desempenho de cada município diante dos efeitos das mudanças climáticas associadas aos eventos hidrológicos extremos (Quadro 4).

Quadro 4 – Índices em Níveis de Sustentabilidade dos municípios da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco

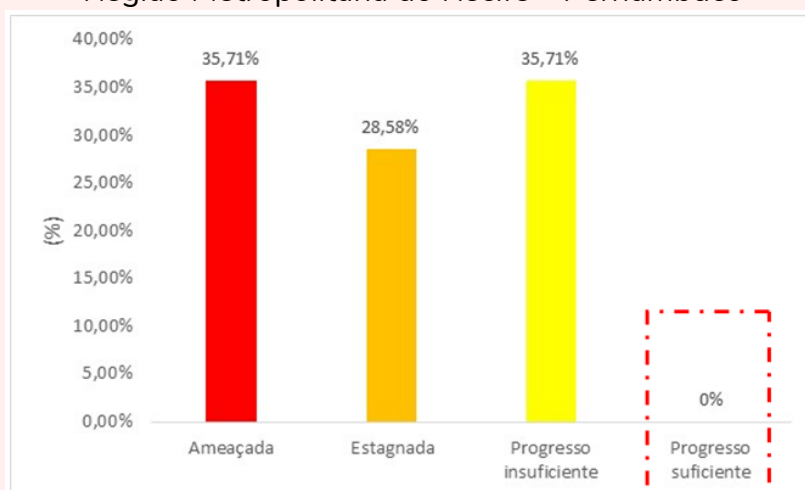
	Dimensão A Instrumentos de planejamento					Dimensão B Gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas							Dimensão D Equipe para gestão de riscos e resposta a desastres			Variável de Sustentabilidade (VS) $\{(\sum_{i=1}^n a_{ij}) \cdot 100\} / T$	Fator Corretivo de Sustentabilidade (FCS) = FCS ₁ + FCS ₂ $\Delta I_{\text{anos}} = I_{\text{(total)}} - I_{\text{(sem registro de desastre)}}$ FCS ₁ (de 2016 a 2021) = $\Delta I \cdot 7 = 13,32\%$, e FCS ₂ (2022) = 6,76%	Índice em Nível de Sustentabilidade = VS – FCS	Performance
	(A183)	(A184)	(A185)	(A189)	(A190)	(A196)	(A197)	(A198)	(A199)	(A200)	(A201)	(A202)	(A220)	(A221)	(A225)				
Abreu e Lima	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	50,00	6,76	43,24	Estagnada
Araçoiaba	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14,29	6,76	7,53	Ameaçada
Cabo de S. Agostinho	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	71,43	6,76	64,67	Progressão Insuficiente
Camaragibe	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	57,14	46,72	10,42	Ameaçada
Igarassu	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	57,14	20,08	37,06	Estagnada
Ilha de Itamaracá	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	14,29	6,76	7,53	Ameaçada
Itapissuma	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	21,43	0,00	21,43	Ameaçada
Ipojuca	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	85,71	60,04	25,67	Ameaçada
Jaboatão dos Guararapes	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	92,86	20,08	72,78	Progressão Insuficiente
Moreno	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	50,00	20,08	29,92	Estagnada
Olinda	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	50,00	20,08	29,92	Estagnada
Paulista	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	78,57	20,08	58,49	Progressão Insuficiente
Recife	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	64,29	6,76	57,53	Progressão Insuficiente
São Lourenço da Mata	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	71,43	20,08	51,35	Progressão Insuficiente

Fonte: elaborado pela autora (2022), adaptado da ONU, 2015 e do GT Agenda 2030, 2021.

Ao analisar a matriz de desempenho dos municípios em relação ao Índice em Níveis de Sustentabilidade destaca-se que a matriz de desempenho dos municípios em relação ao Índice em Níveis de Sustentabilidade, destacando que dentre os quatorze municípios estudados 35,71% foram classificados como ameaçado, sendo estes: Araçoiaba, Camaragibe, Ilha de Itamaracá, Itapissuma e Ipojuca.

Já 28,58% alcançaram o índice identificado como estagnado, e neste nível de sustentabilidade encontram-se os municípios de Abreu e Lima, Igarassu, Moreno e Olinda. Enquanto que 35,71% foram classificados como progresso insuficiente, neste nível enquadram-se Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Paulista, Recife e São Lourenço da Mata. Porém ressalta-se que nenhum alcançou o nível categorizado como progresso satisfatório (Figura 8).

Figura 8 – Índice em Nível de Sustentabilidade dos municípios da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco



Fonte: elaborado pela autora (2022), baseado do S2iD, 2022.

No contexto geral, a probabilidade da Região Metropolitana do Recife - PE alcançar a meta 13.1 do ODS 13 até o ano de 2030 é baixa levando em consideração que nenhum dos municípios atenderam o nível de progresso satisfatório, enquanto que 78,57% ainda precisam apresentar políticas públicas efetivas. Portanto, ressalta-se que é a partir das ações estratégicas que os municípios têm no seu planejamento social, ambiental e econômico consolidado, e sua ausência ou deficiência, pode ter como resultado uma urbanização desordenada, trazendo como consequência os desastres.

PROPOSIÇÃO DE AÇÕES ESTRATÉGICAS VISANDO MINIMIZAR OS EFEITOS DOS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NA RMR, EM PERNAMBUCO

Diante do cenário encontrado em relação ao Índice em Níveis de Sustentabilidade para os 14 municípios da RMR, ressalta-se a importância da implementação de ações estratégicas, como:

- Atualizar o mapa hidrográfico e sinalizar os trechos assoreados com o intuito de realizar o desassoreamento, de forma periódica;
- Verificar a necessidade de realizar a dragagem nos cursos de água, de forma periódica;
- Analisar se os corpos hídricos necessitam de implantação de barragem, retificação ou revitalização, caso sim, elaborar e executar os projetos civis para os determinados fins;

- ▶ Realizar ou atualizar o estudo hidrológico, o qual dará diretrizes para elaborar projeto de drenagem;
- ▶ Atualizar, elaborar e implementar efetiva dos instrumentos de planejamento;
- ▶ Implantar tecnologias sociais;
- ▶ Criar lei para pagamento pelos serviços via taxa de drenagem e manejo de água urbana;
- ▶ Conceder desconto no pagamento do IPTU aos proprietários que incluem em seus projetos construtivos taxa de área verde superior ao determinado no Plano Diretor e construção de telhado verde, visando promover a adaptação às mudanças climáticas, com um olhar mais voltado principalmente para as áreas suscetíveis aos eventos hidrológicos extremos;
- ▶ Implementar Programa de Educação Ambiental e Sanitária;
- ▶ Realizar o plantio de mudas de plantas nas margens dos rios;
- ▶ Incentivar a utilização de bicicletas e do transporte público de qualidade;
- ▶ Investir na geração de emprego e renda, pois foi observado que a população com pouco ou nenhum poder aquisitivo é a que tende a habitar locais impróprios sujeitos aos eventos hidrológicos extremos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. P. S., ANDRADE, A. P. G., BRAGA, M. C. A. A dinâmica espacial em torno da região metropolitana do Recife: Um emergente processo de urbanização estendida?. XII SIU. Seminário Internacional de investigação em Urbanismo. São Paulo 15-17, Lisboa 25 – 26 de junho de 2020.

CAMARGO, A. L. B. Desenvolvimento Sustentável: Dimensões e desafios. 1 ed. Campinas: Papirus, 2020. 160p.

CARDOSO, C.; SILVA, M. S.; GUERRA, A. J. T. Geografia e os riscos socioambientais. 1. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. 207p.

GOMES, R. M.; CELESTINO, C. R. M.; LYRA, M. R. C. C.; DUTRA, M. T.; NASCIMENTO, R. M.; BARBOSA, I. M. B. R.; Silva, H. P. ODS 6 e uso do método 5W2H como proposta para a elaboração de plano de ação de desenvolvimento sustentável na microbacia hidrográfica do rio Jaguaribe - Município de Escada/ Pernambuco. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XXIV., 2021, Belo Horizonte. Anais [...]. Belo Horizonte: Associação brasileira de recursos hídricos, 2021. Código XXIV-SBRH0923. ISSN 2318-0358. Disponível em: <https://anais.abrhydro.org.br/job.php?Job=13732>. Acesso em: 10 maio. 2022.

GRUPO DE TRABALHO DA SOCIEDADE CIVIL (GTSC). Relatório Luz 2021. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/relatorio-luz/relatorio-luz-2021/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE Cidades. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 02 mar. 2022

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE Municípios 2010. Disponível em: <http://www.municipios.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE Perfil dos municípios brasileiros. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/pesquisa/1/74454>. Acesso em: 02 fev. 2022.

JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency. 2022. ALOS Global Digital Surface Model “ALOS World 3D - 30m (AW3D30)”. Disponível em: <https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/data/>. Acesso em: 26 mar. 2022.

MENDONÇA, F. Riscos Híbridos: concepções e perspectivas socioambientais. 1. ed. Rio de Janeiro: Oficina de textos, 2021. 162p.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). Secretaria Nacional de Proteção e Defesa civil, 2012. Disponível em: MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR).

Secretaria Nacional de Proteção e Defesa civil, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade2.pdf. Acesso em: 20 abr. 2022.

NUNES, L. H. Urbanização e desastres naturais.1.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 114p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). 17 objetivos para transformar nosso mundo. Agenda 2030. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 28 mar. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). 17 objetivos para transformar nosso mundo. Agenda 2030. 2022. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=13>. Acesso em: 2 maio. 2022.

PERNAMBUCO. Lei Complementar Nº 426, de 3 de abril de 2020, Altera a Lei Complementar nº 388, de 27 de abril de 2018, que regulamenta o disposto no § 3º do art. 25 da Constituição Federal, e a Lei Complementar 382, de 9 de fevereiro de 2018, que dispõe sobre a Região Metropolitana do Recife - RMR, para realocar o município de Goiana para a Zona da Mata Norte. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=2&numero=426&complemento=0&ano=2020&tipo=&url=>. Acesso em: 22 ago. 2021.

RECIFE (PE). Prefeitura Municipal do Recife. Legislação municipal do Recife. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/prefeitura/pe/recife>. Acesso em: 20 fev. 2022.

RECIFE (PE). Prefeitura Municipal do Recife. Processo de Urbanização. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/servico/aspectos-urbanisticos-e-ambientais-do-recife?op=NTI4Mg==>). Acesso em: 22 mar. 2022.

SANTOS, E. M. Aplicação do modelo shalstab na previsão de escorregamentos no município de Camaragibe, Região Metropolitana do Recife. 2020. 100p. Dissertação (Mestrado em geografia) – Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.



Contato

Rosângela Monteiro Gomes

rmg@discente.ifpe.edu.br 