UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE - PRODEMA

ANTÔNIO PACHECO DE BARROS JÚNIOR

GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES ASSOCIADOS AOS EVENTOS DE CHUVAS: ESTUDO E PROPOSIÇÃO

Recife
2021

ANTÔNIO PACHECO DE BARROS JÚNIOR

GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES ASSOCIADOS AOS EVENTOS DE CHUVAS: ESTUDO E PROPOSIÇÃO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Werônica Meira de Souza

Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Bezerra de Araújo

Recife

2021

Catalogação na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

B277g Barros Júnior, Antônio Pacheco de.
Gestão de riscos de desastres associados aos eventos de chuvas : estudo e proposição / Antônio Pacheco de Barros Júnior. – 2021.
125 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profª. Drª. Werônica Meira de Souza.
Coorientadora: Profª. Drª. Maria do Socorro Bezerra de Araújo.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 2021.
Inclui referências.

1. Meio ambiente. 2. Gestão ambiental. 3. Chuvas. 4. Desastres. 5. Gestão de riscos. I. Souza, Werônica Meirade (Orientadora). II. Araújo, Maria do Socorro Bezerra de (Coorientadora). III. Título.

363.7 CDD (22. ed.) UFPE (BCFCH2021-173)

ANTÔNIO PACHECO DE BARROS JÚNIOR

GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES ASSOCIADOS AOS EVENTOS DE CHUVAS: ESTUDO E PROPOSIÇÃO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambientes da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente

Aprovada em: 28/07/2021

BANCA EXAMINADORA

_____
Profª. Drª. Werônica Meira de Souza (Orientadora)
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

_____
Profª. Drª. Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho (Examinadora Externa)
Instituto Federal de Pernambuco

_____
Prof. Dr. Lucivânio Jatobá de Oliveira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

_____
Prof. Dr. Freds Fernando Alves de Almeida (Examinador Externo)
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

_____
Prof. Dr. Joel Silva dos Santos (Examinador Externo Prodema)
Universidade Federal da Paraíba

Dedico

A Deus e a espiritualidade amiga pelo dom da vida.
Aos meus pais: Antônio Neto e Rosilene.
Ao meu irmão Isaac e minha irmã Rosiane.
A esposa Andrea Daniele.
Muito obrigado!

AGRADECIMENTOS

A Deus, que é a inteligência suprema e causa primária de todas as coisas.

A Maria de Nazaré, ser angélico e mãe de Jesus, um espírito de luz que me acompanha em pensamentos e me envolve em energias fluidificantes.

Ao mestre Jesus de Nazaré, espírito de maior patente evolutiva já encarnado na Terra e que nos transmitiu a mensagem libertadora do Evangelho.

Aos meus pais, Antônio Neto e Rosilene por terem cumprido seus papéis e sua missão nessa existência em desenvolver na minha pessoa os valores morais e educacionais. Sem dúvida alguma, educar um espírito nessa encarnação, em uma época de profundas incertezas e em que valores que regem a sociedade são questionados, meus pais - com muito amor, dedicação e paciência - foram instrumentos na minha presente encarnação.

À minha irmã, Rosiane, e meu irmão, Isaac pelos laços de simpatia, comunhão, respeito, amor e o desejo do melhor um para o outro.

À minha esposa, Andrea Daniele, fundamental na minha caminhada cristã, por seus incentivos, orientações, paciência, confiança e, sobretudo, seu amor.

Aos meus cunhados, João Marcelo e Ana Maria. Aos meus sobrinhos, João Lucas e João Antônio e Isaac Filho.

À minha orientadora, professora Werônica Meira, pela afinidade espiritual, pela amizade construída e pela comunhão de pensamentos que fizeram com que olhássemos juntos na mesma direção. As suas críticas construtivas e apoio incondicional prestados; a forma interessada, extraordinária e pertinente; a atenção, simpatia e bom humor, as discussões e reflexões foram fundamentais nessa caminhada... Eternamente grato.

À coorientadora professora Maria do Socorro pela acolhida e sugestões.

Aos professores Lucivânio Jatobá, Renata Carvalho, Freds Fernando e Joel pelas sugestões.

À minha turma de doutorado de 2017, por nossa caminhada de luta e pela bela história construída.

Aos funcionários da secretaria do PRODEMA, nas pessoas doTarcísio, Solange e Juliana, pela atenção e por manterem-se sempre dispostos a realizar os encaminhamentos das questões inerentes ao curso.

À CODECIPE, agradeço a abertura e o respeito que receberam meu trabalho e auxiliaram minha pesquisa com todos os subsídios possíveis.

Às instituições IBGE, APAC, CONDEPE/FIDEM e ao S2iD pelo fornecimento de dados tão necessários para a construção do arcabouço teórico.

A todos os colegas de trabalho da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) que contribuíram direta e indiretamente para realização desse momento, especialmente na Unidade de Desenvolvimento e Controle Florestal (UDCF), nas pessoas de Jacigleide, Anderson, Fabíola, Cristiane, Milena, Ronaldo Cezar, Josinaldo e Orieudo.

Ao meu amigo, geógrafo uespiano Tiago Lima, pelo incentivo.

À amiga e eterna professora geógrafa Jurdilene Barbosa, a “Nena”, mesmo estando no plano espiritual sinto que me acompanhas e estás feliz por mais essa conquista.

Ao programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pelo arcabouço teórico, suporte técnico e oportunidade em fazer parte deste programa.

E por fim, a todos aqueles que, encarnados ou desencarnados, contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente ao povo brasileiro que possibilitou meus estudos e a formação no curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Meu muito obrigado!

E a cidade se apresenta centro das ambições /
Para mendigos ou ricos e outras armações /
Coletivos, automóveis, motos e metrôs /
Trabalhadores, patrões, policiais, camelôs /
A cidade não para, a cidade só cresce /
O de cima sobe e o de baixo desce /
A cidade não para, a cidade só cresce /
O de cima sobe e o de baixo desce /
(A Cidade / Chico Science & Nação Zumbi
Álbum: Da Lama ao Caos / Data de Lançamento: 1994)

RESUMO

A dinâmica da urbanização, acelerada pela expansão de áreas irregulares nas grandes cidades, sem critérios técnicos adequados, impulsionou a formação de núcleos desordenados em áreas geomorfologicamente frágeis ao uso urbano, com efeitos graves sobre a qualidade de vida de sua população. Na Região Metropolitana do Recife (RMR) as áreas de risco mais vulneráveis aos desastres decorrentes das chuvas são constituídas pelas áreas de morros íngremes, com adensamento populacional, aliada às condições sociais e econômicas. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a vulnerabilidade socioambiental e os impactos dos desastres decorrentes das chuvas na RMR. Para realização da pesquisa foram utilizados dados de precipitação pluviométrica mensal de 1961 a 2020 dos 15 municípios que compreendem a RMR, obtidos na Agência Pernambucana de Águas e Clima, dados de desastres (secas, estiagens, inundações, alagamentos, óbitos, entre outros) do Ministério da Integração Nacional e dados socioambientais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Foi realizada a climatologia mensal da RMR, assim como a distribuição temporal da precipitação de 1961 a 2020. Utilizou-se a equação de risco Meira para determinar o índice de vulnerabilidade a desastre. Os resultados obtidos indicaram que, na análise da precipitação mensal, constatou-se que o trimestre maio-junho-julho, de forma geral, são os meses com os maiores registros de precipitação e com maiores ocorrências de desastres. O mapa de índice de vulnerabilidade da população revelou que os habitantes que residem nas áreas mais pobres dos municípios da RMR são especialmente a fração mais socialmente vulnerável da sociedade. Diagnosticou-se que os principais impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes das chuvas constituem em danos humanos, estruturais/materiais e ambientais. Recomendou-se a implantação de sistema de alerta, que é relevante para mitigar a vulnerabilidade da população e os riscos a desastres, pautado nas seguintes medidas: 1) investimento em medidas de prevenção e preparação das comunidades sob áreas de risco de desastres; 2) mapeamento e monitoramento das áreas de risco; 3) a capacitação da população; 4) o serviço gratuito de envio de mensagens curtas por celulares a população; 5) o acionamento de sirenes com a saída imediata do imóvel; 6) a definição previamente dos locais seguros para as pessoas afetadas serem conduzidas; 7) a vistoria destes imóveis que foram evacuados 8) o cadastro das pessoas que devem receber o auxílio moradia e; 9) investimento do poder público em tecnologia para realizar o monitoramento da atmosfera e obter informações no curtíssimo prazo de tempo, sobretudo, quando a chuva atinge áreas habitadas propensas aos deslizamentos e alagamentos. É fundamental que os gestores públicos cuidem

mais dos municípios que compõem a RMR e, principalmente da população, proporcionando ações afirmativas que primem por mais resiliência, acolhimento e inclusão.

Palavras-chave: Desigualdade Social; Sistema de Alerta; Vulnerabilidades.

ABSTRACT

The dynamics of urbanization, accelerated by the expansion of irregular areas in large cities, without adequate technical criteria, boosted the formation of disordered nuclei in geomorphologically fragile areas for urban use, with serious effects on the quality of life of its population. In the Metropolitan Region of Recife (RMR), the risk areas most vulnerable to disasters caused by rains are made up of areas with steep hills, with population density, combined with social and economic conditions. The present work aims to evaluate the social and environmental vulnerability and the impacts of disasters caused by rains in the RMR. To carry out the research, monthly rainfall data from 1961 to 2020 were used from the 15 municipalities that comprise the RMR, obtained from the Pernambuco Agency for Water and Climate, disaster data (drought, drought, floods, floods, deaths, among others) from the Ministry of National Integration and socio-environmental data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics. The monthly climatology of the RMR was carried out, as well as the temporal distribution of precipitation from 1961 to 2020. The Meira risk equation was used to determine the disaster vulnerability index. The results obtained indicated that, in the analysis of monthly precipitation, it was found that the quarter May-June-July, in general, are the months with the highest records of precipitation and with the highest occurrences of disasters. The population vulnerability index map revealed that the inhabitants residing in the poorest areas of the RMR municipalities are especially the most socially vulnerable fraction of society. It was diagnosed that the main socioeconomic and environmental impacts resulting from the rains constitute human, structural/material and environmental damage. The implementation of an alert system was recommended, which is relevant to mitigate the population's vulnerability and risks to disasters, based on the following measures: 1) investment in prevention and preparation measures for communities in areas at risk of disasters; 2) mapping and monitoring of risk areas; 3) the empowerment of the population; 4) the free service for sending short messages to the population by cell phones; 5) the activation of sirens with the immediate exit of the property; 6) the definition in advance of safe places for the affected people to be conducted; 7) the inspection of these properties that have been evacuated 8) the registration of the people who should receive housing assistance and; 9) investment by the government in technology to monitor the atmosphere and obtain information in a very short period of time, especially when rain hits inhabited areas prone to landslides and flooding. It is essential that public managers take more care of the

municipalities that make up the RMR and, especially, of the population, providing affirmative actions that strive for more resilience, acceptance and inclusion.

Keywords: Social Inequality; Alert System; Vulnerabilities.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 -	Desastre: definição e classificação	24
Quadro 2-	Vulnerabilidades Globais	27
Figura 1 -	Origem dos desastres naturais	29
Figura 2 -	A enchente no Recife em 1975	36
Figura 3 -	Deslizamento no bairro de Dois Unidos, no Recife	38
Figura 4 -	Ciclo de gerenciamento de um desastre	45
Figura 5 -	Redução de risco de ocorrência de desastres	46
Quadro 3 -	Etapas da Gestão de Risco	47
Figura 6 -	Localização do sistema de alerta e alarme	50
Figura 7 -	Eixos do sistema de alerta de risco de desastres	53
Figura 8 -	Municípios monitorados na região Nordeste	55
Figura 9 -	Divulgação de alerta emitido pela APAC em jornal de grande circulação em Pernambuco (a); Divulgação de alerta emitido pela APAC em site eletrônico de grande circulação em Pernambuco (b)	56
Figura 10 -	Localização espacial da Região Metropolitana do Recife (RMR) e seus municípios	59
Figura 11 -	Frente fria em dissipação sobre a parte oriental de Pernambuco (a); Os fluxos de ar sobre a parte oriental de Pernambuco (b)	64
Quadro 4 -	Relação dos postos pluviométricos nos municípios da RMR	71
Quadro 5 -	Síntese dos procedimentos metodológicos	74
Figura 12 -	Climatologia mensal da precipitação pluviométrica para a Região Metropolitana do Recife	77
Figura 13 -	Variabilidade interanual da precipitação pluviométrica para RMR	79
Figura 14 -	Anomalia de temperatura da superfície do mar em dezembro de 1997	82
Figura 15 -	Estádio do Arruda inundado por conta da cheia de 1975 no Recife (a); Estádio dos Aflitos inundado por conta da cheia de 1975 no Recife (b); Estádio da Ilha do Retiro inundado por conta da cheia de 1975 no Recife (c)	84
Figura 16 -	Distribuição espacial da precipitação acumulada entre os dias 25 e 29 de maio de 2017	87

Figura 17 -	Desvio relativo (%) da precipitação acumulada (mm) em maio de 2017 em Pernambuco	87
Figura 18 -	Imagem de satélite GOES destacando episódio de uma intensa Onda de Leste sobre a faixa leste do Nordeste (a); Imagem de radar destacando nuvens penetrando na Zona da Mata (b)	88
Figura 19 -	Temporal de chuva e ventos fortes em Boa Viagem - Recife (a); Ponto de alagamento na Avenida Boa Viagem - Recife (b)	88
Figura 20 -	Habitações instaladas em área de morro na RMR	92
Figura 21 -	Residência destruída no Córrego da Areia - Caetés - Abreu e Lima (a); Deslizamento e obstrução de via de acesso na Estrada do Passarinho - Olinda (b)	93
Figura 22 -	População total nos 15 municípios da RMR (a); Densidade demográfica (hab/Km^2) nos 15 municípios da RMR (b)	96
Figura 23 -	Rendimento médio mensal (R$) na RMR (a); Número de salários na RMR (b)	96
Figura 24 -	Rede de esgoto geral por domicílios na RMR (a); Abastecimento de água na RMR (b)	97
Figura 25 -	Destino do lixo coletado na RMR (a); Destino do lixo não coletado na RMR (b)	98
Figura 26 -	Distribuição espacial do IDH - M (municipal) da RMR (a); Distribuição espacial do IDH-E (educação) da RMR (b); Distribuição espacial do IDH-L (longevidade) da RMR (c); Distribuição espacial do IDH-R (renda) da RMR (d)	100
Figura 27 -	Etapas do Ciclo da Gestão em defesa civil	103
Quadro 6 -	Conceitos das ações de proteção e defesa civil	103
Figura 28 -	Sistema de alerta conceitual de chuvas aos municípios da Região Metropolitana de Recife - RMR	106
Figura 29 -	Ilustração do Radar Meteorológico instalado em Chã Grande	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Número total de pessoas afetadas pelo tipo de desastre (2018vs média do século XXI)	35
Tabela 2 -	Distribuição Populacional e Densidade Demográfica na Região Metropolitana do Recife	60
Tabela 3 -	Dados referentes aos desastres na RMR (a)	90
Tabela 3 -	Dados referentes aos desastres na RMR (b)	91
Tabela 4 -	Registros de precipitação acumulada no mês de julho de 2019 na RMR	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALEPE	Assembléia Legislativa de Pernambuco
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
ATSM	Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar
BDE	Banco de Dados do Estado
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
CODECIPE	Coordenadoria de Defesa Civil do Estado de Pernambuco
CONDEPE/FIDEM	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco
CODESAL	Defesa Civil de Salvador
CRED	Centro para a Pesquisa sobre a Epidemiologia dos Desastres
DOL's	Distúrbios Ondulatórios de Leste
EIRD	Estratégia Internacional para a Redução de Desastres
EM-DAT	International Disaster Database
FPA	Frente Polar Atlântica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPA	Instituto Agronômico de Pernambuco
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MI	Ministério da Integração Nacional
NUPDEC	Núcleo Comunitário de Prevenção e Defesa Civil
NEB	Nordeste do Brasil
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
PAE	Plano de Ações Estruturais
PCD	Plataforma de Coleta de Dados
PMRR	Plano Municipal de Redução de Riscos
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
POA	Perturbação Ondulatórias dos Alísios
PPDC	Plano Preventivo de Defesa Civil

RMR	Região Metropolitana do Recife
S2ID	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SEPED	Secretaria de Políticas e Programa de Pesquisas e Desenvolvimento
SINDEC	Secretaria Municipal da Infraestrutura, Habitação e Defesa Civil
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction
VCAS	Vórtices Ciclônicos de Ar Superior
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	**17**
1.1	OBJETIVOS	22
1.1.1	**Objetivo Geral**	**22**
1.1.2	**Objetivos Específicos**	**22**
2.	**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**	**23**
2.1	DESASTRE, RISCO E VULNERABILIDADE	23
2.2	VARIABILIDADE CLIMÁTICA E CHUVAS EXTREMAS	32
2.3	IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS ASSOCIADOS AOS DESASTRES	39
2.4	ÍNDICES DE DETECÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS	42
2.5	GESTÃO DE RISCO E SISTEMA DE ALERTA DE CHUVA	44
3	**MATERIAL E MÉTODOS**	59
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	59
3.1.1	**Ocupação Territorial**	**60**
3.1.2	**Sistemas Meteorológicos Atuantes na RMR**	**61**
3.1.3	**Características Fisiográficas**	**65**
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	69
4	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**	76
4.1	COMPORTAMENTO MENSAL DAS CHUVAS	76
4.2	VARIABILIDADE INTERANUAL DA PRECIPITAÇÃO	78
4.3	IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DOS DESASTRES	89
4.4	GESTÃO DE RISCOS A DESASTRES ASSOCIADO AOS EVENTOS DE CHUVAS	101
4.5	SISTEMA DE ALERTA DE CHUVAS COM RISCOS A DESASTRES	105
5	**CONCLUSÕES**	**109**
	REFERÊNCIAS	**111**

1 INTRODUÇÃO

A cidade é um espaço dinâmico (respira, pulsa, sente, interage), isto é, ela está em constante transformação e que foram desenvolvidas pelas sociedades ao longo dos séculos. Por sua vez, a expansão das áreas urbanas, alteraram-se a sua paisagem que, na maioria das vezes, não foi pensada de forma planificada no que diz respeito ao processo de organização e planejamento, necessários para sustentabilidade urbana.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2019), atualmente 55% da população mundial, ou seja, mais da metade, vive em áreas urbanas e a expectativa é de que esta proporção poderá aumentar para 70% até 2050. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), no Brasil, a taxa de urbanização passou de 82,5%, em 2005, para 84,7% em 2015. A previsão da ONU (2016), que mais de 90% da população brasileira viverá em cidades no ano de 2030.

A primeira edição da Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos - HABITAT I que ocorreu em Vancouver no Canadá em 1976 quando os governos começaram a reconhecer a necessidade de assentamentos humanos mais sustentáveis e as consequências da rápida urbanização, especialmente no mundo em desenvolvimento. Os Estados-Membros reconheceram que as circunstâncias de vida de um grande número de pessoas eram inaceitáveis, especialmente nos países em desenvolvimento, e que, a menos que fossem tomadas medidas positivas e concretas para encontrar soluções, essas condições provavelmente se agravariam ainda mais (ONU, 1976).

Na segunda metade do século XX, com a intensificação da industrialização, houve um aumento considerável da população nas cidades, devida a busca de empregos e oportunidades, desencadeando um crescente adensamento populacional nas zonas urbanas, marcado pela profunda desigualdade social. A classe menos abastada, encontram-se submetidas à porção relegada do ambiente urbano, devido à instabilidade da dinâmica de seus processos naturais que, a partir da mínima alteração da dinâmica de um dos fatores, implicam em mudanças que, invariavelmente, levam a instabilidade e consequente processo acelerados de degradação ambiental (GIRÃO, 2007). E no século XXI a população das cidades que reside em áreas vulneráveis teve outro componente que potencializou em danos socioeconômicos que foi a tragédia sanitária relacionada à pandemia da Covid-19 pelo novo coronavírus.

No Brasil, municípios que compõem as regiões metropolitanas, como é o caso do Grande Recife, composto por quinze municípios, a relação da dinâmica da natureza e a das relações sociais envolvidas em sua apropriação, notadamente nas áreas consideradas frágeis

(como nas áreas de morros e de risco de inundações), acaba corroborando com os desastres associados aos eventos de precipitação intensa, resultando em prejuízos muito difíceis em calcular. Assim, a ocorrência de chuvas intensas nos referidos ambientes urbanos, em território pernambucano, potencializa o aumento do risco de inundações e deslizamentos repentinos, possibilitando a ocorrência de diversos impactos e pondo em risco vidas e bens materiais e imateriais.

A desigualdade social presente na disparidade socioeconômica nos vários segmentos populacionais urbanos, sobretudo,entre as pessoas mais pobres da Região Metropolitana do Recife (RMR), em situação de extrema vulnerabilidade,as quaisencontram-se submetidas à porção relegada do espaço urbano, convivendo com os desastres pluviométricos, durante o seu período chuvoso e com a pandemia do novo coronavírus, Covid-19, os problemas se agravaram, com milhares de pessoas expostas ao vírus. Diante desse panorama, há de se mencionar que em pesquisa divulgada pelo IBGE (2020), a cidade do Recife no ano de 2019 ocupou o posto da capital com maior desigualdade social do país, com índice de GINI[1] de 0,612, estando acima da média brasileira de 0,543.

E mais recentemente uma pesquisa desenvolvida pelo Observatório das Metrópoles aponta que no conjunto das metrópoles mais desiguais no primeiro trimestre de 2021, com GINI acima da média, tem-se, em ordem decrescente da desigualdade de renda: João Pessoa, Rio de Janeiro, Recife, Aracaju, Salvador, Maceió, São Paulo, Belém, Fortaleza e Natal. O resultado geral é bastante preocupante, pois, as regiões metropolitanas já apresentavam altíssimo grau de desigualdade antes do resultado da pandemia aparecer (SALATA; RIBEIRO, 2021).

O estado de Pernambuco é altamente vulnerável aos efeitos negativo impostos pelas alterações do clima, em especial, nas áreas litorâneas de baixa declividade e em grande parte do Estado sujeito à desertificação, conforme apresentado no Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (PERNAMBUCO, 2011). Em 2010 o excesso de chuvas na bacia hidrográfica do rio Una provocou enchentes em diversos municípios pernambucanos, dentre eles Palmares e Barreiros, ambos, na região de desenvolvimento da Mata Sul que ficaram em situação de calamidade pública devido às inundações causadas pelas enchentes.

[1] O Índice de GINI, criado pelo matemático italiano Conrado Gini, é um instrumento para medir o grau de concentração de renda em determinado grupo. Ele aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, varia de zero a um (alguns apresentam de zero a cem). O valor zero representa a situação de igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda. O valor um (ou cem) está no extremo oposto, isto é, uma só pessoa detém toda a riqueza. Na prática, o Índice de GINI costuma comparar os 20% mais pobres com os 20% mais ricos (WOLFFENBÜTTEL, 2004).

A parte do território da RMR constituído por relevos movimentados, genericamente denominados morros, tem cerca de ¾ de sua área, onde habitam cerca de 600 mil habitantes. Os municípios costeiros - Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Cabo de Santo Agostinho, Paulista e Ipojuca - têm mais problemas com a ocupação de suas encostas, devido as maiores precipitações pluviométricas e a maior argilização dos minerais constituintes dos sedimentos e solos (BRASIL, 2008).

São evidentes os impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas intensas, que causam alagamentos periódicos, inundações e escorregamentos de encostas, na RMR, em geral, durante o seu período chuvoso. Souza (2011) comenta que estes eventos são frequentes no território pernambucano, estando à sociedade vulnerável, pois, a cada ocorrência de desastres, são acarretadas perdas ambientais, sociais e econômicas, e, às vezes, até mesmo de vidas, principalmente, nas comunidades pobres.

É significativo considerar que devido a ocupação das áreas de risco, como nos morros, principalmente pela população mais carente da RMR, e com a chegada do período de chuvas, intensas e prolongadas; tudo isso oferece condições propícias para o desenvolvimento de deslizamentos em encostas, responsáveis por acarretar em vítimas fatais e prejuízos materiais. Em 2020, estas áreas vulneráveis tiveram um ingrediente a mais, aumentando o drama das pessoas que residem nestes locais que foi a proliferação dos casos da Covid-19, doença causada pelo novo coronavírus.

É notório que, para essas pessoas que vivem em áreas de risco, a chuva representa sinônimo de temor e aflição. É fundamental sensibilizar e fornecer conhecimentos dos dados sobre riscos de desastres aos tomadores de decisão - governantes, políticos, empresários - e isso só se faz com a participação destes. Todos esses desastres associados a fenômenos naturais contribuem para agravar as condições de vida das populações, intensificando as desigualdades sociais, Daí, o ambiente de desalento da população mais vulnerável é algo permanente, como por exemplo, a intensificação dos processos migratórios, associado à seca, provocando o êxodo rural e inchaço das cidades, contribuindo para o aumento da pobreza nos centros urbanos.

O entendimento sobre a importância da gestão de riscos de desastres associados aos eventos de chuvas para RMR, demanda uma importante compreensão desse ambiente: identificação dos problemas, formulação de estratégias e oportunidades no que diz respeito à sistematização da referida gestão e contribuindo para a tomada de decisões. Vale ressaltar que esse não é um procedimento simples. A relação entre riscos e os eventos de chuvas é complexo e cercado de incertezas sob diferentes aspectos.

A necessidade de desenvolver um estudo amplo, que possa auxiliar na capacidade de prevenção e respostas quanto ao risco de desastres associados às chuvas, com a finalidade de propor recomendações e apontamentos que auxiliem em antecipar a esses eventos, nunca foi tão imperativa. É a partir dessa perspectiva que o presente estudo foi desenvolvido, com vistas a contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas adequadas à realidade dos riscos a desastres associados às chuvas na RMR.

Para fins de delimitação do problema de pesquisa, a pergunta que orienta este estudo foi assim definida: quais os riscos de desastres associados aos eventos de chuvas na RMR? Tendo a seguinte hipótese formulada da pesquisa: A falta de uma gestão mais efetiva dos tomadores de decisão em relação às calamidades associadas aos eventos de chuvas na RMR que englobe um conjunto de estratégias para gerir o risco de um desastre contribui para maior exposição da população frente as intempéries.

A convivência a cada ano com dois fenômenos cruciais e antagônicos que acontecem na RMR: de um lado os problemas tanto decorrentes da escassez de água devido às chuvas abaixo do esperado, afetando o abastecimento de água todos os dias e, tendo como conseqüência o rodízio no racionamento de água; e do outro lado, com o excesso de chuvas, causando deslizamentos, inundações e alagamentos, ficando claro o quanto a sociedade é vulnerável, situações estas que estimularam a realização desta pesquisa. Percebe-se, assim, que a população da RMR, especialmente a mais carente, praticamente todos os anos sofre com as fortes chuvas, causando deslizamentos, inundações, com registro de óbitos, desabrigados, feridos, proliferação de doenças, perdas econômicas onerosas, dentre outros.

Os impactos socioambientais das chuvas no Recife estão intensamente correlacionados com a plena exposição da população a riscos diversos, ocasionando em uma situação de vulnerabilidade cada vez mais rotineira. A vulnerabilidade social e econômica da população que reside nas áreas mais pobres do Recife foi considerada alta e a vulnerabilidade ambiental muito alta (SOUZA, 2011).

“A expansão da fronteira urbana sem critérios técnicos adequados, associada à segregação sócio-espacial na sociedade capitalista, impulsionou a ocupação desordenada de áreas geomorfologicamente frágeis ao uso urbano [...]” (SANTOS, 2012, p. 16-17). De acordo com Mendonça (2021) a forma como o fenômeno da urbanização e do crescimento demográfica se processam no espaço e no tempo, especialmente quando derivados da exclusão e da segregação socioespacial inerentes ao capitalismo e à globalização, com a consequente ocupação concentrada de populações em áreas de risco, que a urbanização se torna algo muito complexo e de difícil gestão.

Na RMR as áreas de risco mais vulneráveis aos desastres decorrentes das chuvas são constituídas pelas áreas de topos de morros e vertentes íngremes, com concentração de pessoas, associada às condições socioeconômicas.Apesar da relevância do tema, as pesquisas ainda são muito limitadas. Desta forma, há fortes argumentos para que se considere como urgente em contribuir com o aprimoramento do conhecimento do tema da gestão de riscos a desastres associados às chuvas, a partir da incorporação de uma perspectiva em torno da importância das políticas públicas no contexto do gerenciamento dos riscos que possam impactar negativamente a vida da população em tais áreas da RMR.

Neste contexto, a contribuição do estudo proposto se justifica pelo forte impacto social do tema, em virtude da magnitude e natureza e implicações dos desastres sob uma comunidade e, portanto, a adoção das medidas que auxiliem os gestores na redução dos riscos, de forma eficaz, significa mais vidas salvas e, consequentemente, que possa ser utilizado de alguma forma como referência as diferentes esferas na tomada de decisões.

A gestão de riscos a desastres associados aos eventos de chuvas na RMR evidencia-se como uma oportunidade no processo da redução dos mesmos,com foco nas comunidades, no aprimoramento do conjunto de estratégias para gerir a ameaça de uma calamidadee que estimulará o desenvolvimento de planos de prevenção, redução do risco de desastres e adaptação frente às chuvas que assolam a RMR ao longo dos anos e que provocam enchentes, deslizamentos, ocasionando óbitos, desabrigados, e perdas materiais e ambientais.

Diante destas considerações, destaca-se que esta pesquisa apresenta a gestão do risco de desastre associados aos eventos de chuvas por meio de um conjunto de ações como a prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. Espera-se que possa, de fato, servir como subsídio para futuras pesquisas e que, de alguma maneira, possa colaborar para a sociedade na redução dos riscos de desastres. Entende-se que a gestão de risco é um processo contínuo e permanente que deve se dar, de preferência, através do planejamento estratégico da organização/coordenação por meio de medidas de cunho preventivas a fim de reduzir os riscos de desastres e evitar o surgimento de novas ameaças.

É oportuno ressaltar que a realização desse trabalho agrega a oportunidade de conhecer um pouco mais da realidade quanto aos riscos e desastres associados aos eventos de chuvas na RMR. Numa metamorfose, foi possível deixar de lado ocidadão que convive diariamente e acompanha pelos noticiários os ambientes mais carentes da RMR, como as áreas de risco de inundações e deslizamentos e, graças ao Doutorado e a pesquisa científica, possibilitou-se ter uma percepção totalmente diferente: deixou-se de lado o conhecimento

obtido pelo senso comum, que é repleto de imprecisões, e a realização da pesquisa científica proporcionou uma interpretação racional e objetiva quanto ao tema pesquisado.

Espera-se que este trabalho possa colaborar, de alguma forma, com a mitigação dos desastres decorrentes das chuvas, reduzindo os riscos e acidentes e contribuindo para a melhoria das suas condições de vida dos habitantes que sobrevivem nos morros, nas margens de rios e canais que cortam os municípios que compõem a Região Metropolitana do Recife (RMR). Em face ao exposto, a presente pesquisa foi desenvolvida visando a alcançar os seguintes objetivos:

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a vulnerabilidade socioambiental e os impactos dos desastres decorrentes das chuvas na Região Metropolitana de Recife (RMR).

1.1.2 Objetivos Específicos:

- Identificar os eventos de precipitação mensal e sua variabilidade interanual nos municípios da Região Metropolitana de Recife (RMR);
- Mapear o índice de vulnerabilidade social, econômica e ambiental referente aos municípios que compõem a RMR.
- Analisar os impactos sociais, econômicos e ambientais associados aos desastres decorrentes dos eventos de precipitação;
- Propor um sistema de alerta de chuvas com riscos a desastres.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O corrente tópico abordará, para o embasamento teórico da pesquisa, uma revisão sobre os principais temas tratados no documento, tais como desastres naturais, variabilidade climática e chuvas extremas, impactos socioeconômicos e ambientais, índices de detecção de mudanças climáticas e gestão de riscos. Para efeito desta pesquisa, discutem-se, com especial atenção, desastres naturais e gestão de risco.

2.1 DESASTRE, RISCO E VULNERABILIDADE

O mais recente relatório do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima) (2021) informa que a temperatura da superfície global aumentou mais rápido desde 1970 do que em qualquer outro período de 50 anos em pelo menos dois mil anos. As temperaturas durante a década mais recente (2011-2020) excederam aquelas do período mais quente de vários séculos, há cerca de 6.500 anos. As emissões de CO2 das atividades humanas são a principal causa do aquecimento global.

De acordo com estudo divulgado pelo Centro para a Pesquisa sobre a Epidemiologia dos Desastres (CRED) em seu EM-DAT (*International Disaster Database*) (2019), aponta que em diferentes partes do globo aconteceram impactos de eventos climáticos extremos em 2018. Foi verificado que mais de 57 milhões de pessoas foram afetadas sejam por secas, enchentes, incêndios florestais ou tempestades e quando consideradas catástrofes que não são associadas ao clima, o número de pessoas afetadas por desastre, chega a mais de 61,7 milhões em 2018.

É comum confundir o uso dos termos: fenômeno natural e desastre natural. Fenômeno natural é toda manifestação da natureza, como os terremotos, os ciclones, etc. Por exemplo, um terremoto que ocorre em um deserto desabitado não pode ser considerado como desastre, um terremoto só causa desastre quando afeta diretamente ou indiretamente o homem e suas atividades em um lugar e um determinado tempo, devido a sua vulnerabilidade. Os fenômenos naturais de extraordinária ocorrência podem ser previsíveis ou imprevisíveis, dependendo do grau de conhecimento que os homens tenham acerca de seu funcionamento e da natureza (MASKREY, 1989).

Os desastres são causados por fenômenos meteorológicos, climatológicos, geofísicos e biológicos que afetam adversamente o ambiente natural e as regiões construídas (Quadro1). Os seus efeitos em termos de vítimas e danos materiais excedem a capacidade de auto

recuperação das comunidades locais e, neste caso, torna-se necessária à assistência externa (GUHA-SAPIR et al., 2012).

Quadro 1 - Desastre: definição e classificação

Desastre	**Definição**	**Tipos principais de desastre**
Geofísico	Eventos originados da terra sólida.	Terremoto, vulcão e movimento de massa (seco).
Meteorológico	Eventos causados por escalas de curta duração/pequenos a meso processos atmosféricos (no espectro de minutos a dias).	Tempestade.
Hidrológico	Eventos causados por desvios no ciclo normal da água e / ou transbordamento de corpos d'água provocados pelo formato do vento.	Inundação e movimento de massa (molhado).
Climatológico	Eventos causados pela escala de longa duração / meso a macroprocessos (no espectro de intrasazonal para variabilidade climática multi-decadal).	Temperatura extrema, seca e incêndios.
Biológico	Desastre causado pela exposição de vida, organismos / germes e substâncias tóxicas.	Epidemias, infestação por insetos e ataques animais.

Fonte: Guha-Sapiret al., 2012.

Os desastres podem ocasionar perdas econômicas e físicas, cujos efeitos podem se propagar para além da localidade imediata.Os países em desenvolvimento são os mais sensíveis aos desastres com mais setores afetados e efeitos maiores economicamente significativo do que nos desenvolvidos (LOAYZA et al., 2012). O aumento do número de desastres e suas consequências estão intimamente relacionados ao aumento da vulnerabilidade das comunidades em todo o mundo, como resultado do modelo de desenvolvimento adotado pelo homem. O aumento da vulnerabilidade não é uniforme, há grandes variações significativas entre regiões, nações, províncias, cidades, comunidades, classes socioeconômicas, castas e até gêneros (YODMANI, 2001).

Um desastre pode ser definido como um evento que ocorre, na maioria dos casos, de forma inesperada, causando alterações intensas nos elementos, representadas na perda de vida e saúde da população, na destruição ou a perda de bens de uma comunidade e/ou danos graves ao meio ambiente. Esta situação significa a desorganização dos padrões normais de vidagerando adversidades, desamparo e sofrimento nas pessoas, impacto na estrutura socioeconômica de uma região ou país, a modificação do meio ambiente, cujo desastre determina a necessidade de assistência e intervenção imediata (CARDONA, 1993).

Segundo Wilches-Chaux (1993), quando por várias razões, a comunidade é incapaz de transformar suas estruturas, adaptar seus ritmos e redefinir a direção de seus processos como resposta ágil, flexível e oportuna às mudanças do meio ambiente; quando os projetos sociais de uma comunidade não respondem adequadamente a realidade do momento que exige uma resposta, o desastre surge, conforme:

Desastre = Risco x Vulnerabilidade (1)

Por sua vez, Veyret e Richemond (2007) destacam que o termo risco:

> A noção de risco é complexa. Discute-se a origem do termo "risco", presente em todas as línguas europeias (inglês: risk, italiano: rischio, espanhol: riza). Ela pode ser oriunda tanto dos termos latinos como rixare, significando "brigar", ou resecare, "extirpar, suprimir", quanto do grego rhizikon ou, ainda, do árabe, risk. Muito cedo, na Itália, o termo designa "escolho", depois "naufrágio" e, em seguida, um perigo possível do qual o armador pode ser vítima. De fato, a palavra designa, ao mesmo tempo, tanto um perigo potencial quanto sua percepção, e indica uma situação percebida como perigosa na qual se está ou cujos efeitos podem ser sentidos (VEYRET; RICHEMOND, 2007, p. 25).

Mendonça e Buffon (2021) trazem uma abordagem que os riscos são multifacetados e complexos e da inter-relação entre um ou mais riscos, resultam os riscos híbridos. Para os autores:

> Riscos híbridos: tem origem na associação entre dois ou mais riscos específicos (naturais, sociais, tecnológicos, etc.), sendo intensificados pela imbricação de elementos e fatores diversos. Exemplos: inundações, secas, tremores de terra, etc. (tem origem natural e são intensificados pelos riscos sociais e/ou tecnológicos, etc.), transporte de combustíveis, redes de transmissão de energia, etc. (tem origem tecnológica e são intensificados pelos riscos sociais e/ou naturais, etc.), fome, violência, etc. (tem origem social e são intensificados pelos riscos naturais e/ou tecnológicos, etc.). (MENDONÇA; BUFFON, 2021, p 23).

Os riscos dos impactos das mudanças climáticas surgem da interação entre o perigo (causado por um fenômeno ou tendência relacionada à mudança climática), vulnerabilidade (suscetibilidade a danos) e exposição (pessoas, ativos ou ecossistemas em risco). Os riscos variam de processos que vão desde fenômenos breves, como tempestades violentas, até tendências mais lentas, como secas ao longo de várias décadas ou o aumento do nível do mar ao longo de vários séculos (IPCC, 2014).

Por risco, entende-se qualquer fenômeno de origem natural ou humana que signifique mudança no ambiente ocupado por uma determinada comunidade que é vulnerável ao fenômeno. Por vulnerabilidade, compreende-se a incapacidade de "absorver", através de auto - ajustamento, os efeitos de certa mudança em seu ambiente, que é a sua "inflexibilidade" ou incapacidade de adaptar-se a essa mudança, que para a comunidade constitui, para as razões

dadas, um risco. A vulnerabilidade determina a intensidade do dano de produzir a ocorrência efetiva do risco na comunidade (WILCHES-CHAUX, 1993).

Segundo Wisner, Gaillard e Kelman (2011), uma definição mais formal da análise do risco de desastre e dos paradigmas de atuação, o referido risco de desastre principiou pela fórmula, a saber:

DR = H x V; (2)

Em que:

DR = Desastre de Risco

H = PerigoV = Vulnerabilidade

O risco de desastre é uma função da magnitude, da ocorrência potencial, da frequência, da velocidade de início e extensão espacial de um evento ou processo natural potencialmente prejudicial ("o perigo"). Também é uma função da suscetibilidade das pessoas a perdas, ferimentos e/ou mortes (vulnerabilidade). Além disso, algumas pessoas estão em melhor posição para se recuperar rapidamente de tais perdas do que outras (WISNER; GAILLARD; KELMAN, 2011).

Os desastres afetam a vida humana e têm impactos profundos nas economias locais e nacionais, às vezes retardando os ganhos de desenvolvimento por muitos anos nos países com recursos limitados (WMO, 2017). A cada ano milhares de vidas humanas são perdidas em todo o mundo, além de danos significativos na propriedade, vida animal etc., em virtude dos desastres, como por exemplo, terremotos inundações, tsunamis, furacões, tempestades, deslizamentos de terra, ondas de calor e incêndios florestais (GOSWAMI et al., 2016).

A vulnerabilidade constitui-se como um dos componentes do risco e, trata-se da incapacidade ou inflexibilidade de uma comunidade absorver efeitos de uma mudança em seu ambiente - crises econômicas e desastres de várias causas (CARDOSO, 2017). A vulnerabilidade às mudanças climáticas diz respeitoasuscetibilidade de sofrer danos nos sistemas naturais e humanos (IPCC, 2014).

Cardona (2004) informa que:

> A vulnerabilidade pode ser definida como um fator de risco interno do indivíduo ou sistema que está exposto a um perigo e corresponde à sua predisposição intrínseca a ser afetada ou a ser suscetível a danos. Em outras palavras, a vulnerabilidade representa a suscetibilidade ou predisposição física, econômica, política ou social de uma comunidade a danos no caso de um fenômeno desestabilizador de origem natural ou antropogênica (CARDONA, 2004, p. 37).

Das palavras do autor é possível compreender que existe uma série de condições em âmbito social, econômico, ambiental e político dos grupos de indivíduos que estão à margem

da sociedade, ou seja, são grupos de indivíduos extremamente frágeis. Nesse diapasão, a existência de tais condições, depende do nível de desenvolvimento alcançado através do fomento do planejamento no espaço geográfico.

É necessário notar que a vulnerabilidade em si constitui um sistema dinâmico, isto é, surge como consequência da interação de uma série de fatores e características (internas e externas) que convergem em uma determinada comunidade. O resultado dessa interação é o "bloqueio" ou incapacidade da comunidade para responder adequadamente a presença de um risco determinado com o consequente "desastre". Wilches-Chaux (1993), para essa interação de fatores e características denominou de Vulnerabilidade Global, constituída por dez tipos de vulnerabilidade, conforme Quadro 2.

Quadro2 - Vulnerabilidades Globais

Natural	Todo ser vivo, pelo fato de ser, possui vulnerabilidade intrínseca determinada pelos limites ambientais, dentro dos quais, a vida é possível epelas exigências internas de seu próprio organismo.
Física	Refere-se especialmente à localização dos assentamentos humanos em áreas de risco e às deficiências de suas estruturas físicas para "absorver" os efeitos desses riscos.
Econômica	Relacionado aos setores economicamente mais deprimidos da humanidade que são, por essa razão, os mais vulneráveis aos riscos naturais.
Social	Respectivo ao baixo grau de organização e coesão interna de comunidades sob risco de desastre, que impedem sua capacidade de prevenir, mitigar ou responder a situações de desastre.
Política	Diz respeito à incapacidade da população para formular por si mesma a solução do problema que lhe afeta.
Ideológica	Relacionada a atitudes passivas, fatalistas e crenças religiosas que limitam a capacidade de atuar dos indivíduos em certas circunstâncias.
Cultural	Concernente a forma como uma comunidade reage ante um desastre, que será distinta em um grupo humano regido por padrões machistas e verticais de poder, daquela em um grupo, no qual predominam os valores de cooperação e solidariedade.
Educativa	Se expressa em uma educação deficiente ou que não tem uma boa cobertura em uma comunidade propensa a desastre ou a ausência de conhecimento sobre as causas, os efeitos e as razões pelas quais se apresentam os desastres.
Técnica	Relativa às técnicas inadequadas de construção de edifícios e infraestrutura básica utilizadas em zonas de risco.
Ambiental	Referente à degradação ou à destruição dos recursos naturais.
Institucional	Reflete-se na obsolescência e rigidez das instituições, onde a burocracia e a decisão política, entre outros, impedem respostas adequadas e frágeis.

Fonte: Wilches-Chaux (1993).

A vulnerabilidade trata-se da exposição de indivíduos ou grupos ao estresse (mudanças inesperadas e rupturas nos sistemas de vida) resultante de variantes socioambientais (CONFALONIERI, 2001). Éalgo inerente a uma determinada população e varia de acordo com suas possibilidades culturais, sociais e econômicas. Assim, aqueles que possuem menos recursos serão os que mais dificilmente se adaptarão e, portanto, são também os mais vulneráveis, pois a capacidade de adaptação é dada pela "riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infraestrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão" (IPCC, 2001).

Os conceitos de vulnerabilidade e adaptação são cada vez mais importantes para o estudo do homem nas dimensões da mudançaambientalglobal. A adaptação é geralmente entendida como um ajuste aos sistemas socioecológicos em respostas as mudanças ambientais e a vulnerabilidadee têm suas raízes no estudo de perigos naturais e pobreza (JANSSEN; OSTROM, 2006).

Para Manuel-Navarrete e Pelling (2015), a adaptação é uma resposta principal às mudanças climáticas que envolvem alterações socioecológicas adaptativas, bem como desenvolvimentistas e transformadoras. Segundo Smit e Wandel (2006), as adaptações são consideradas como resposta aos riscos associados a interação dos riscos ambientais e avulnerabilidade humana e sua capacidade adaptativa.

Em geral, a vulnerabilidade é intimamente correlacionada com a posição socioeconômica, geralmente, os pobres sofrem mais com os desastres que os ricos, embora a pobreza e a vulnerabilidade não sejam sinônimas, ainda que às vezes estejam intimamente correlacionadas (BLAIKIE et al., 1996). De acordo com Eriksen e O'Brien (2007), a pobreza e a vulnerabilidade às mudanças climáticas, estão intimamente interligados, mas são distintos e podem ser consideradas dois dos principais desafios enfrentado pela sociedade humana no século XXI.

No Brasil, o conceito de vulnerabilidade tem sido bastante debatido e estudado, com destaque para geografia e a demografia que têm demonstrado muita preocupação (MARANDOLA JR; HOGAN, 2005), com uma atenção principal nas populações em situações de risco, conforme o pensamento a seguir:

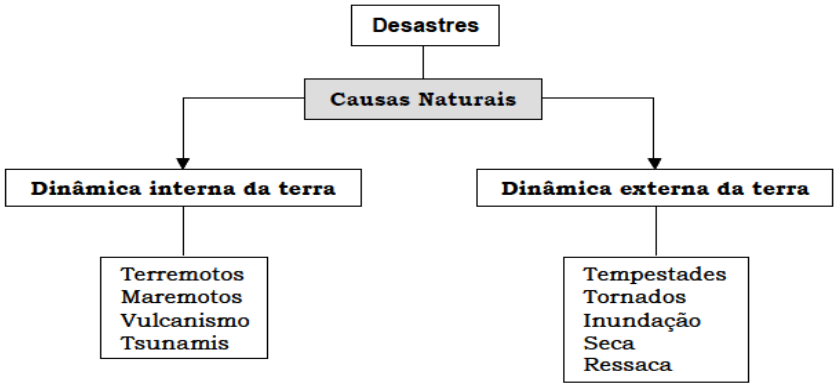
> O interesse dos geógrafos e dos demógrafos tem confluído, principalmente, com preocupações mais recentes destes últimos sobre as *populações em situações de riscos*. Ambos passam a ocupar-se de estudos sobre enchentes e deslizamentos, entre outras situações em que o ambiente, conjugado a fatores socioeconômicos, expõe as populações a riscos, sobretudo nas cidades (MARANDOLA JR; HOGAN, 2005, p.30).

O conhecimento sobre demografia populacional e as condições de vida em áreas de risco são cruciais para o gerenciamento destase respostas aos desastres. Nos municípios de Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo, todos na região serrana do Rio de Janeiro, no sudeste brasileiro, foramimpactados por um severo desastre em janeiro de 2011, deixando milhares de pessoas desabrigadas. Estima-se que aproximadamente 155.000 pessoas estão expostas ao risco de deslizamentos de terra e/ou inundações em 1.357 sob áreas de risco (ASSIS DIAS, 2018).

Em face da discussão acerca dos desastres provocados por chuvas torrenciais, é indispensável para o desenvolvimento do presente estudo destacar a importância do mapeamento das áreas de risco. Neste sentido, Marcelino, Nunes e Kobiyama (2006), realizaram o mapeamento de risco de desastres para o estado de Santa Catarina associado às instabilidades atmosféricas severas. Foram computados 2.881 desastres ligadosàs instabilidades atmosféricas (120 eventos/ano). Destes episódios, 1.299 foram relacionados à inundação gradual, seguido pela inundação brusca e vendaval com 19 e 17%, nessa ordem. Quanto ao índice de risco, os municípios mais problemáticos, que necessitam de medidas preventivas a curto prazo, localizam-se nas mesorregiões Oeste e Norte Catarinense. Dentre os municípios que apresentaram maior índice de risco foram a capital Florianópolis, Blumenau, São José dos Cedros, Joinville e Chapecó.

Olímpio e Zanella (2017, p. 104), citam que “os desastres naturais têm a particularidade de relacionar-se com a superfície terrestre, seja ela em estado original, seja alterada pelo uso social [...]”. Kobiyama et al. (2006), os desastres, de origem natural, podem estar relacionados com a dinâmica interna ou externa da Terra, ou seja, eventos ou fenômenos internos causados pela movimentação das placas tectônicas que têm reflexo na superfície do planeta (terremotos, maremotos, tsunamis e atividade vulcânica); ou de origem externa gerada pela dinâmica atmosférica (tempestade, tornados, secas, inundações etc.) (Figura 1).

Figura 1 - Origem dos desastres naturais



Fonte: Kobiyama et al. (2006).

O desastre compreende uma série de perturbações no funcionamento de uma comunidade ou sociedade provocando uma grande quantidade de mortes, bem como perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais, que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada para lidar com seus próprios recursos (UNISDR, 2009). Kobiyama et al. (2006), afirma que um desastre pode ser definido como a ocorrência de inundações, escorregamentos, secas, furacões, entre outros. São fenômenos naturais severos, fortemente influenciados pelas características regionais tais como, rocha, solo, topografia, vegetação e condições meteorológicas. Quando estes fenômenos intensos ocorrem em locais onde os seres vivem, resultando em danos (materiais e humanos) e prejuízos (socioeconômicos) são considerados “desastres naturais”.

O desastre é definido como evento ou situação que sobrecarrega a capacidade local, necessitando solicitação, a nível nacional ou internacional, de ajuda em razão da ocorrência de um evento que tenha causado grande dano, destruição e sofrimento humano (GUHA-SAPIR et al., 2012).Osimpactos das mudanças climáticas, especialmente com o aumento da frequência e intensidade dos eventos extremos e desastres naturais, podem afetar gravemente as pessoas nas cidades (CISALPINO; GUEDES; BARBIERI, 2016).

No âmbito das discussões a respeito das mudanças climáticas e os desastres, o clima provavelmente seja o mais importante elemento do mundo em que se vive, tendo em vista que a dinamicidade do ambiente é moldada pelas influências atmosféricas. Neste contexto, e levando em consideração os cenários do pretérito,os atuais e no porvir em voga - as grandes tragédias na sociedade tomam destaque como: enchentes e deslizamentos de terra, tais os ocorridos nos meses de junho de 2010 nos estados de Alagoas e Pernambuco e janeiro de 2011 na região Serrana do Rio de Janeiro. Estes são alguns exemplos de desastres associados às variações climáticas.

Nota-se assim, e como dito anteriormente, que existe uma correlação entre os desastres e às instabilidades atmosféricas e que, no contexto da pós-modernidade, caracterizadas por mudanças significativas e profundas pelo homem, a referida correlação (desastre x atmosfera) tem chamado atenção da comunidade científica, dos governos e da sociedade de modo geral afim de analisar, não apenas o perigo em si, mas as condições sociais que influenciam o modo como as pessoas são afetadas por tais perturbações. Neste contexto, as consequências dos impactos sobre as pessoas acontecem de maneira bastante diferente.

“O município de Recife sofre anualmente com eventos de escorregamentos, sobretudo em função do crescimento urbano em áreas de tabuleiros costeiros, associado com a ineficácia de planejamento e de gestão, contribuindo para o surgimento de muitas áreas de perigo [...]”

(SANTANA et al., 2019, p. 240). A cidade do Recife, quando acontecem eventos de chuvas de alta magnitude, têm provocado graves problemas ambientais e socioeconômicos que se manifestam por meio de alagamentos, enchentes e deslizamentos em encostas que, por conseguinte, são causadores de perdas materiais e, eventualmente, humanas (SANTOS et al, 2019).

Nesta trajetória, cada vez mais, a mídia (internet e televisão, por exemplo) tem aludido à ocorrência de várias tragédias concernentes aos desastres associado aos eventos de chuvas, e assim, a discussão sobre a temática tornou-se mais evidente nos últimos anos, demandando diferentes posicionamentos e debates pelos diversos pesquisadores em relação ao tema. De acordo com Marcelino (2008), a maioria dos desastres no Brasil (mais de 80%) está associada às instabilidades atmosféricas severas, que são responsáveis pelo desencadeamento de inundações, vendavais, tornados, granizos e escorregamentos. Com exceção das inundações graduais, esses fenômenos são súbitos e violentos, responsáveis por grande mortandade e destruição.

Cumpre trazer as palavras de Zanella e Olímpio (2014):

> O impacto das chuvas nas cidades estão fortemente relacionados com a maior exposição da população a riscos diversos, acarretando em uma situação de vulnerabilidade cada vez mais recorrente. É bem verdade que o fenômeno da urbanização desordenado presente nas grandes cidades brasileiras contribui ainda mais para um incremento dos impactos pluviais, os quais atingem, principalmente, as populações mais vulneráveis, que habitam áreas frágeis do ponto de vista natural, consideradas como áreas de risco (encostas íngremes, margens de rios) (ZANELLA; OLÍMPIO, 2014, p. 115-116).

À medida que a população aumenta, há necessidade da interação com o meio, pois o homem age em busca dasatisfação de suas necessidades, causando tantos problemas socioambientais. Desta forma, o homem causa alterações na natureza, transformando-a no ambiente construído, como as áreas de encostas (morros) acelerando os processos morfogenéticoscom risco de deslizamentos e inundações em razão da ocupação desordenada de áreas ambientalmente frágeis.

Cabe observar o que diz Mendonça e Buffon (2021):

> A noção de risco torna-se importante na atualidade devido à complexificação e intensificação dos problemas dele derivados, e também pela abrangência que esses problemas tomaram nas décadas mais recentes. Muitas questões envolvem essa constatação, especialmente quando se analisa a imbricação entre a aceleração das mudanças ambientais, notadamente as mudanças climáticas globais, e o processo de globalização, que se intensificou sobremaneira nos últimos cinqüenta anos. Há uma profunda e explícita interação entre natureza e sociedade e sociedade na superfície da Terra, no âmbito do que mais recentemente se concebeu denominar Antropoceno ou

> Ecosfera, posto que os resultados da intensa atividade humana se fazem cada vez mais presentes e mais impactantes nos processos derivados do jogo de matéria e energia do Universo (MENDONÇA; BUFFON, 2021, p. 14-15).

É razoável considerar que se trata de uma temática de preocupações o que têm contribuído para aumentar o debate e enfatizar a necessidade de se minimizar os efeitos nocivos dos desastres, sendo assim, indispensáveis os esforços de toda a sociedade. Neste sentido, Mendonça e Buffon (2021) destacam que:

> Para tratar dos riscos, especialmente quando se pensa em gestão de riscos, deve-se concebê-los como parte de uma tríade formada também por vulnerabilidade e resiliência. Nessa perspectiva, são envolvidas não só as concepções teórico-conceituais e metodológicas dos termos em uso, mas também suas aplicabilidades e resultados no âmbito da gestão dos desastres que acometem a sociedade. Assim, abrangem-se no processo de gestão de riscos tanto os indivíduos quanto as instituições, tanto as concepções científico-técnicas quanto as da gestão pública e privada dos ambientes, e tanto os saberes acadêmicos quanto os das comunidades envolvidas nos desastres (MENDONÇA; BUFFON, 2021, p.15).

Cabe aos tomadores de decisões em voltarem suas atenções aos desastres, principalmente,os que estão associados a estes eventos de forma prática com a elaboração e aplicação de políticas públicas e ações coletivas de prevenção dos mesmos. Nesse ínterim, a variabilidade climática é responsável pelas oscilações naturais da precipitação e do climaa nível local, regional e global, cujo tema será abordado a seguir.

2.2 VARIABILIDADE CLIMÁTICA E CHUVAS EXTREMAS

O clima talvez seja o mais importante componente do ambiente natural. Ele afeta os processos geomorfológicos, pedológicos e o crescimento e desenvolvimento das plantas. Os organismos, incluindo o homem, são influenciados pelo clima. As principais bases da vida, a sobrevivência do homem, dentre eles, o ar, a água, o alimento e o abrigo, estão na dependência do clima (AYOADE, 2003).

O clima, entendido como manifestação habitual da atmosfera num determinado ponto, é um dos importantes recursos naturais à disposição do homem, considerado um dos principais fatores responsáveis pela repartição dos animais e vegetais sobre o globo (CONTI; ANGELO FURLAN, 2008). “As condições da atmosfera têm grande influência nas várias atividades dos humanos, pois o ar, o alimento, a maneira como vivem, se abrigam e a água que ingerem estão relacionados com o ritmo climático” (FERREIRA; OLIVEIRA; MENDES SILVA, 2016, p. 583).

Ayoade (2003, p. 225), “[...] o clima é um fenômeno multivariado, consistindo em vários elementos climáticos [...]”. A variabilidade climática é gerada pela combinação das escalas temporal e espacial dos fenômenos atmosféricos e pode ser definida, como uma variação das condições climáticas em torno da média climatológica (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2010).

A variabilidade climática pode ser entendida como uma propriedade intrínseca do sistema climático terrestre, responsável por oscilações naturais nos padrões climáticos, observados em nível local, regional e global (CONFALONIERI, 2003). A variabilidade tem servido para explicar a ciclicidade, os padrões atmosféricos e as periodicidades do fenômeno climático (NASCIMENTO JÚNIOR, 2017).

Expressando-se como insumo energético oriundo da atmosfera, a chuva, na sua maior ou menor escala de intensidade, assume a condição de impacto na medida em que atua sobre um espaço mais adaptado pelo homem, nele interferindo com diversos graus de significância em função de sua vulnerabilidade (GONÇALVES, 2015). A precipitação pluviométrica é considerada uma variável climatológica e de suma importância para o dimensionamento de projetos nas áreas das engenharias: civil, florestal, agronômica, agrícola, entre outras e a hidrologia (MEDEIROS; MEDEIROS, 2016).

A precipitação é uma das variáveis meteorológicas mais importantes para os estudos climáticos das diversas regiões do Brasil. Tal importância deve-se às consequências que estas podem ocasionar quando ocorridas em excesso (precipitação intensa) afetando os setores produtivos da sociedade tanto econômico quanto social (agricultura, transporte, hidrologia etc.), causando enchentes, assoreamento dos rios, quedas de barreiraseetc. (CALBETE, et al., 1996).

A variabilidade não deve ser confundida com a mudança climática global, muito embora alguns modelos apontem para cenários de maior variabilidade do clima (eventos extremos, menos previsibilidade) como consequência da variação climática, isto ainda não é uma questão consensual no âmbito da climatologia (CONFALONIERI, 2003).

A mudança climática é um termo que designa uma tendência de alteração em média no tempo (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2010);é definida como uma mudança de clima atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altera a composição da atmosfera global e que se soma a variabilidade natural do clima observada ao longo de períodos comparáveis (UNFCCC, 1992).

Sobre os termos “variabilidade climática” e “mudanças climáticas”, Steinke, Andrade e Saito (2005) asseveram:

> De forma geral, o termo “variabilidade climática” é utilizado para descrever variações do clima em função dos condicionantes naturais do Planeta e suas interações, daí a denominação de “variabilidade natural do clima”. Já as “mudanças climáticas” seriam as alterações na variabilidade natural do clima devido às atividades humanas. Dessa forma, faz-se necessário identificar se está ocorrendo alteração na variabilidade natural do clima em determinada escala para que se possa afirmar que está havendo mudança climática naquela escala (STEINKE; ANDRADE; SAITO, 2005, p. 132).

A atmosfera não é estática. Ao contrário, está sempre em constante agitação. As características atmosféricas mudam de lugar para lugar e com o decorrer do tempo, em qualquer espaço e em escalas de tempo que variam desde microssegundos até centenas de anos (AYOADE, 2003).

Segundo Confalonieri (2003), as flutuações climáticas podem levar a eventos meteorológicos extremos e consequentemente a acidentes e traumas em áreas de ocupação humana. Os eventos extremos de precipitação podem resultar em inundações e, por sua vez, a transmissão de doenças infecciosas, como a leptospirose. As modificações de temperatura e regimes de chuvas podem trazer maior abundância e disseminação de vetores e patógenos. Segundo o autor, está provada a relação entre a incidência de cólera e o aumento de temperatura das águas do mar em Bangladesh a partir de estudo realizado em 1994, como também entre a temperatura do ar e a infecção por *Ciclospora Cayetanensis* em Lima no Peru, entre 1992 e 1994.

Neste sentido, as variabilidades climáticas exercem uma influência considerável nas atividades humanas, por exemplo: a combinação de chuvas prolongadas ou concentradas no lapso de tempo curto, poderá desencadear ao aumento de deslizamentos de terra (movimentos gravitacionais de massa) e inundações. Em eventos extremos de secas interferir na agricultura, pecuária, abastecimento de água para pessoas e animais, dentre outras.

Os eventos climáticos extremos têm afetado gravemente a sociedade, em razão dos grandes prejuízos que causam a esta,sejam materiais, imateriaisou ambos. Nos últimos anos, esses eventos têm se intensificado, tanto em relação à intensidade com que ocorrem quanto à repercussão midiática relacionada às mudanças globais (HOFFMANN; MENDONÇA; GOUDARD, 2014).

De acordo com o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais, produzido pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), órgão que integra a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), do Ministério da Integração Nacional (MI), em 2013, foram oficialmente reportados 493 desastres naturais, os quais causaram 183 óbitos e afetaram 18.557.233 pessoas (BRASIL,2014).

Os alagamentos, inundações e estiagens representam os mais graves em termos de pôr em risco vidas e bens materiais e imateriais. No entanto, convém ressaltar que dos danos provocados pelos desastres, muitos outros problemas emergem, produzindo outras calamidades à população, como a fome, as doenças infecciosas, transtorno no sistema de abastecimento de água e saneamento e, principalmente, as perdas humanas, o pior dos dramas que afeta as camadas mais pobres, acarretando uma situação de vulnerabilidade cada vez mais recorrente.

Em 2018, foram registrados 281 eventos geofísicos e relacionados ao clima, com 10.733 mortes e mais de 60 milhões de pessoas afetadas em todo o mundo (Tabela 1). O impacto direto dos eventos climáticos extremos nas populações humanas tem sido cada vez mais sentido por meio de fenômenos catastróficos, como secas e temperaturas extremas e no geral. As inundações afetaram mais pessoas do que qualquer outro tipo de risco natural no século XXI (EM-DAT, 2019).

Tabela 1 - Número total de pessoas afetadas pelo tipo de desastre (2018vs média do século XXI)

Evento	**2018**	**Média (2000-2017)**
Seca	9,368,345	58,734,128
Tremor de Terra	1,517,138	6,783,729
Temperatura Extrema	396,798	6,368,470
Inundação	35,385,178	86,696,923
Deslizamento de terra	54,908	263,831
Movimento de massa (seco)	0	286
Tempestade	12,884,845	34,083,106
Atividade Vulcânica	1,908,770	169,308
Incêndios	256,635	19,243
Total	61,772,617	193,312,310

Fonte: EM-DAT (2019).

Observa-se um número elevado de desastres hidrometeorológicos (causados pela água e pelo clima) sobretudo, secas, tempestades, inundações e temperaturas extremas. De acordo com Tucci (2004), a inundação ocorre quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupam áreas onde a população utiliza para moradia, transporte (ruas, rodovias e passeios), recreação, comércio, indústria, entre outros.

Souza, Azevedo e Araújo (2012) realizando um estudo sobre precipitação e seus impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife, constataram que quando há registros de precipitação (P, em mm) dentro das classes deChuva Forte (CF): 18,6 $\leq P < 55,3$; Chuva Muito Forte (CMF): $P \geq 55,3$; sempre há escorregamentos e muitos pontos

de alagamentos. As chuvas de intensidade Moderada também podem desencadear escorregamentos e alagamentos e chuvas fracas não houve ocorrência de danos.

Nunes, Pinto e Baptista (2015) fizeram um estudo sobre tendências para eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Belo Horizonte e comentaram sobre o registro de 104 alagamentos e a estimação de um limiar de 40 mm de chuvas. De acordo com Herrmann e Alves (2014), entre 1980 e 2010, no Estado de Santa Catarina, aconteceram 1.257 inundações bruscas, 222 escorregamentos, devido à ocorrência de eventos extremos de precipitação, na maioria dos casos na primavera e no verão.

O mega desastre ocorrido na Região Serrana fluminense, em janeiro de 2011, resultou em impactos jamais registrados no Brasil. As chuvas intensas em um curto período, aliados aos altos volumes acumulados no mês antecedente, desencadearam eventos geológicos e hidrológicos sem precedentes que deixaram um enorme rastro de destruição (VIANA, 2016).

No intervalo dos anos de 1991 a 2012, os desastres naturais que afetaram o Estado de Pernambuco, nota-se a ocorrência dos seguintes eventos naturais adversos: estiagens e secas, inundações graduais e bruscas, erosões marinha e linear, movimentos de massa, vendavais, incêndios, tornados e granizos, alguns deles recorrentes em um mesmo ano (UFSC; CEPED, 2013). Neste contexto, têm se os tipos de desastres que ocorrem com maior frequência na Região Metropolitana, notadamente relacionada diretamente e indiretamenteaos fenômenos meteorológicos comuns, a saber:

a) Enchentes ou inundações:

As enchentes e inundações (Figura 2) representam um dos principais tipos de desastres naturais que afligem constantemente diversas comunidades em diferentes partes do planeta, sejam áreas rurais ou metropolitanas.

Figura 2 - A enchente no Recife em 1975

Fonte: Vieira (2015).

Esses fenômenos de natureza hidrometeorológica fazem parte da dinâmica natural. Eles ocorrem frequentemente deflagrados por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração, degelo nas montanhas e outros eventos climáticos tais como furacões e tornados, sendo intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas produzidas pelo homem, como a impermeabilização do solo, retificação dos cursos d'água e redução no escoamento dos canais devido a obras ou por assoreamento (BRASIL, 2007).

b) Enxurradas ou inundações bruscas

A enxurrada pode ser definida como o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos pluviais. É comum a ocorrência de enxurradas ao longo de vias implantadas sobre antigos cursos d'água com alto gradiente hidráulico e em terrenos com alta declividade natural (AMARAL; RIBEIRO, 2009).

As enxurradas ou inundações bruscas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam-se de forma rápida e intensa. Nessas condições, ocorre um desequilíbrio entre o continente (leito do rio) e o conteúdo (volume caudal), provocando transbordamento. A inclinação do terreno, ao favorecer o escoamento, contribuir para intensificar a torrente e causar danos. Esse fenômeno costuma surpreender por sua violência e menor previsibilidade, exigindo uma monitorização complexa (BRASIL, 2003).

c) Alagamentos

Os alagamentos sãodefinidos como o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com os processos de natureza fluvial. Alagamento é o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área decorrente de deficiência do sistema de drenagem (BRASIL, 2007).

d) Escorregamentos ou deslizamentos

Os escorregamentos, também conhecidos como deslizamentos (Figura 3) são processos de movimentos de massa envolvendo materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas, tais como solos, rocha e vegetação. Estes processos estão presentes nas regiões montanhosas e serranas em várias partes do mundo, principalmente naquelas onde

predominam climas úmidos. No Brasil, são mais frequentes nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste (TOMINAGA, 2009).

Figura 3 - Deslizamento no bairro de Dois Unidos, no Recife

Fonte: Jornal do Commercio (2020).

Assim é que, a ação do homem sobre o espaço vem progressivamente aumentando. O seu papel como agente transformador, muito ativo da natureza e com a ocorrência de eventos pluviais extremos, associada às características física e a ocupação desses lugares, acabam repercutindo em impactos indesejáveis, onde a população mais pobre é a mais afetada. Nesse contexto, nota-se que os desastres associados às chuvas extremas têm sempre um forte ingrediente social. As sociedades, em sua diversidade, respondem de modo diferenciado ao risco. Parcelas mais pobres são mais vulneráveis a enchentes, alagamentos e deslizamentos.

Um dos efeitos mais perversos dos desastres associados às chuvas extremas é a produção de fatalidades, em razão do aumento do número de pessoas que habitam em áreas de risco, destituídas das mínimas condições de vida digna e altamente vulnerável. A qualidade do meio urbano reflete a desigualdade de renda pois, as pessoas pobres tendem a viver em casas erguidas com argila, taipa e outros materiais frágeis, além de outros problemas urbanos como construção de pontes, viadutos, prédios etc. sem estruturas capazes de resistir a eventos extremos (SOUZA, 2011).

Assim, os grandes centros urbanos se configuram por uma qualidade ambiental desigual; os mais pobres são os que sofrem por terem as condições mais precárias. Também há sérios problemas, principalmente, do descaso das autoridades sobre o assunto. É preciso ter conhecimento que a chuva é um fenômeno meteorológico e que sempre existiu, e que a culpa

pelos impactos sociais, econômicos e ambientais, como estão discutidos no item a seguir, não é da natureza ou das chuvas.

2.3 IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS ASSOCIADOS AOS DESASTRES

Antes do aparecimento do Homo Sapiens na Terra, os eventos geofísicos como terremotos, vulcões, erupções, escorregamentos e enchentes aconteciam ameaçando apenas a flora e a fauna predominante. Com o surgimento do homem ocorre a transformação desses eventos geofísicos em ameaças naturais com o poder de causar desastres naturais (ALCÁNTARA-AYALA, 2002).

Nesse contexto, a discussão sobre os desastres e os impactos socioeconômicos e ambientais deve compreender que o homem acaba provocando desequilíbrios nos ciclos naturais e o resultado são os desastres, isto é, os desastres não são caprichos e castigos dosdeuses ou de forças ocultas e sim, uma reação à forma desrespeitosa e descriteriosa que o homem age. Eis o que Kobiyama et al. (2006), aduz acerca da relação homem/natureza e desastre:

> De modo geral, os desastres naturais são determinados a partir da relação entre o homem e a natureza. Em outras palavras, desastres naturais resultam das tentativas humanas em dominar a natureza, que, em sua maioria, acabam derrotadas. Além do que, quando não são aplicadas medidas para a redução dos efeitos dos desastres, a tendência é aumentar a intensidade, a magnitude e a frequência dos impactos. Assim, grande parte da história da humanidade foi influenciada pela ocorrência de desastres naturais, principalmente os de grande magnitude (KOBIYAMA et al., 2006, p. 01).

No mundo atual, em que pesem o grande avanço tecnológico e os esforços para o conhecimento das forças da natureza, as sociedades permanecem, ainda, bastante vulneráveis e parecem tornar-se cada vez mais indefesas diante de “eventos naturais extremos”, particularmente aqueles de origem meteorológica, hidrológica e geológica. Embora possa parecer um paradoxo, evidencia-se, entretanto, que à medida que a população do planeta cresce numa progressão geométrica e que a ocupação se faz em áreas cada vez mais extensas, também aumentam a chance e o risco diante de tais eventos. Quaisquer que sejam suas origens e onde quer que ocorram, têm uma característica comum: acarretam grandes perdas e prejuízos às economias nacionais e às populações afetadas (GONÇALVES, 2015).

Pertine, então, mencionar Pivetta (2016):

> Fora da rota dos grandes furacões, sem vulcões ativos e desprovidos de zonas habitadas sujeitas a fortes terremotos, o Brasil não figura entre os países mais suscetíveis a desastres. Ocupa apenas a 123ª posição em um índice mundial dos países mais vulneráveis a cataclismos. Mas a aparência de lugar seguro, protegido dos humores do clima e dos solavancos da geologia, deve ser relativizada. Aqui, cerca de 85% dos desastres são causados por três tipos de ocorrências: inundações bruscas, deslizamentos de terra e secas prolongadas e, nas últimas cinco décadas, mais de 10.225 brasileiros morreram em desastres naturais, a maioria em inundações e devido à queda de encostas (PIVETTA, 2016, p. 17).

Em Pernambuco, entre 1991 e 2012, as estiagens e secas, fenômenos relacionados à redução das precipitações pluviométricas, foram responsáveis por 69,7% dos desastres naturais em território pernambucano, e as enxurradas por 22,7% dos desastres ocorridos nos últimos vinte e dois anos. Os demais tipos de desastres naturais ocorridos no Estado de Pernambuco estão incluídos na categoria "Outros", tais como: inundações graduais, erosões, movimentos de massa, granizos, incêndios, tornados e vendavais, foram menos expressivos na escala temporal em tela, sendo equivalente a 7,6% do total de registros (UFSC-CEPED, 2013).

A crescente preocupação com os impactos dos desastres naturais sobre a qualidade de vida está associada aos diversos estudos e observações que mostram um incremento na frequência e intensidade de desastres naturais associados às variabilidades climáticas e possivelmente às mudanças climáticas. Essa preocupação vem aumentando significativamente nos últimos anos em todas as regiões do mundo (SOUZA, 2011).

A priori, cabe ressaltar que, dentro das classes de desastres naturais, quase 85% das perdas econômicas diretas podem ser atribuídas a eventos atmosféricos e hidrológicos severos (GALL et. al, 2011). Em qualquer lugar do globo, as variações e os efeitos do tempo atmosférico são sentidos e que repercutem nas sociedades e nas suas formas de organização do espaço.

Sobre as indigitadas variações do tempo com seus impactos no globo, pode-se afirmar que:

> Tais manifestações variam, consideravelmente, na face da terra, prendendo-se aos mecanismos específicos das circulações atmosféricas regionais em que se inserem nas cidades, Para Montreal, Chicago, Nova Iorque, Estocolmo, os rigores de inverno possibilitam a ocorrência de nevadas fortes, cobrindo-as de camadas que saem do habitual das polegadas ou dos centímetros para a categoria dos metros. Para Londres, Veneza e outras cidades insulares ou litorâneas da Europa, são os fortes nevoeiros que perturbam a vida urbana. Nas regiões intertropicais, são os fortes aguaceiros, moncônicos, como os do subcontinente indiano e da Malásia, e aqueles, tão nossos conhecidos, no Brasil tropical atlântico. Para a Flórida, como em boa

> parte do sudeste dos Estados Unidos, são os furacões e tornados (MONTEIRO, 2015, p. 55).

Os desastres relacionados ao clima nas próximas décadas tendem a crescer, como demonstra o Relatório "*The Human Cost of Weather Related Disasters*" pelo Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNISDR) e o Centro de Pesquisas de Epidemiologia em Desastres (CRED), tornando os modelos de gestão de risco ainda mais complexos. (EM-DAT; CRED, 2018). No total, EM-DAT registrou uma média de 335 desastres relacionados ao clima por ano entre 2005 e 2014, um aumento de 14% de 1995-2004 e quase o dobro do nível registrado durante 1985-1994 (CRED/UNISDR, 2015).

Deve ser ressaltado que, os impactos associados aos desastres naturais se configuram atualmente como graves problemas para a sociedade, ocasionando em grandes perdas materiais e imateriais, cujos impactos não se reproduzem igualmente a todos. É o que defende Mendonça (2014):

> Todavia, a repercussão dos impactos dos riscos climáticos sobre os distintos grupos humanos se processa de maneira bastante heterogênea. Essa diferenciação advém de condições sociais bastante distintas entre as sociedades, reflexo direto de particularidades culturais, políticas, econômicas, educacionais, científicas, tecnológicas, etc. Esta condição está na base da compreensão da vulnerabilidade como uma condição do risco, ou seja, ainda que uma mesma sociedade esteja sob a ameaça de um risco, ele não se repercute de maneira igual sobre todos os indivíduos que a compõe (MENDONÇA, 2014, p. 08).

Alcántara-Ayala (2002), comenta que os desastres naturais acontecem em todo mundo. No entanto, seu impacto é maior nos países em desenvolvimento. Uma das razões deve-se ao desenvolvimento histórico dos países pobres, onde as condições econômicas, sociais, políticas e culturais não são boas e, consequentemente, atuam como fatores de elevada vulnerabilidade aos desastres naturais (vulnerabilidade econômica, política, social e cultural). De acordo com Valencio (2009, p. 40), "a pobreza é a variável mais relevante para explicar a vulnerabilidade no contexto das chuvas nas cidades brasileiras [...]".

Neste cenário encontram-se os quinze municípios que compõem a RMR, notadamente, nos espaços mais carentes destas cidades, como nas áreas de morros e de risco de inundações, corroborando aos desastres naturais associados aos eventos de precipitação intensa que interferem no funcionamento do ambiente urbano em tela, ocasionado prejuízos muito difíceis de calcular. Assim, as intensas chuvas, nos referidos ambientes urbanos em território pernambucano, acarretam a associação da vulnerabilidade dos indivíduos, possibilitando a ocorrência de diversos impactos e põem em risco vidas e bens materiais e imateriais.

Entende-se assim, a importância de compreender a distribuição espacial das chuvas a que estão expostas a população dos municípios que compõem a RMR, uma vez que, o entendimento da climatologia da precipitação máxima e mínima, contribui para avaliar os impactos associados aos desastres e a nortear a gestão do risco. Entrementes, episódios intensos de precipitação podem acarretar uma série de problemas aos referidos municípios como escorregamentos de encostas, no caso de municípios com suas áreas de morros e inundações, estas bastantes generalizadas. Nesta tese, os impactos associados aos desastres serão avaliados a partir da observação direta, realizada in loco com o registro fotográfico, além das fontes secundárias. O item a seguir, será abordado sobre os índices de detecção das mudanças climáticas, tendo em vista a sua influência nos eventos extremos e, consequentemente, nos impactos sobre o ambiente urbano.

2.4 ÍNDICES DE DETECÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os debates relativos à temática das mudanças climáticas têm se intensificado nas últimas décadas, em nível dos meios de comunicação, fóruns acadêmicos e na esfera dos grandes encontros políticos. A despeito da emergente discussão global acerca das mudanças climáticas, têm-se duas realidades: i) os ciclos da natureza, haja vista que o Planeta Terra, ao longo de sua formação, teve picos de aquecimento e resfriamento que fazem parte do processo natural do Planeta Terra, ou seja, a alteração no clima acontece independente da atuação do homem e; ii) antropismo, até que ponto o homem, através das atividades econômicas, de ummodo geral, é responsável pela alteração da quantidade de energia que entra e retorna para o espaço, contribuindo assim com o aumento da temperatura na Terra? (COSTA SOBRINHO, 2017).

Conforme IPCC (2013) a influência humana foi detectada no aquecimento da atmosfera e do oceano, nas mudanças no ciclo global da água, na redução de neve e gelo, na elevação global do nível médio do mar e nasalteraçõesem alguns extremos climáticos. É extremamente provável que, mais da metade do aumento observado na temperatura média da superfície global de 1951 a 2010, tenha sido causado pelo aumento de gases do efeito estufa emitido por atividades antropogênicas. As concentrações atmosféricas, principalmente, dos gases do efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO2), metano (CH4) e óxido nitroso (N2O) foram feitas desde o início da era industrial, há 250 anos.

É extremamente importante ressaltar que na comunidade científica internacional, alguns cientistas advogam a causa humana para os desequilíbrios climáticos no Planeta Terra. Por outro lado, existe uma dissidência na comunidade cientifica internacional. Um conjunto

de pesquisadores que começam a fortalecer uma argumentação, minimizando o impacto do homem e abrindo um espaço para discussão das chamadas causas internas do Planeta, relativas às mudanças do próprio ciclo de aquecimento e resfriamento natural. Na esteira da discussão sobre o aumento da temperatura no planeta, torna-se indispensável colocar no centro das discussões a influência do homem sobre a Terra e que tem contribuído, principalmente, com a emissão de dióxido de carbono (CO^2) e outros gases do efeito estufa (COSTA SOBRINHO, 2017).

As mudanças climáticas influenciam diretamente na precipitação, sendo que as características das chuvas de uma região podem contribuir de forma efetiva para a compreensão de uma possível mudança do regime pluviométrico (NEUHAUS, 2017). O impacto das mudanças climáticas no comportamento da precipitação e temperatura média pode alterar, consideravelmente, a disponibilidade de recursos ambientais, o que tornam importantes os estudos sobre estas variáveis, principalmente para países em desenvolvimento como o Brasil (BORK, 2015).

Em geral, as mudanças climáticas locais são medidas por meio de análise de séries históricas de variáveis meteorológicas, a exemplo da temperatura do ar e da precipitação pluvial. De acordo com as tendências destas oscilações, para um determinado local, é observado se ocorreram mudanças no clima. Entretanto, para melhor definir essa questão a Organização Meteorológica Mundial (OMM) criou um grupo de trabalho que elaborou índices de detecção de alterações climáticas, dos quais 11 são decorrentes da precipitação e 16 da temperatura do ar (SANTOS, 2006).

Os índices fornecem uma maneira simples, mas eficaz, de avaliar a variabilidade climática em escala global em simulações de modelos de controle do clima. As mudanças na estrutura de correlação entre esses índices podem ser usadas como indicadores das mudanças climáticas (BRAGANZA et al., 2003).

A análise da tendência de séries históricas de precipitação é uma das maneiras de se determinar a ocorrência de mudanças climáticas locais, possibilitando a avaliação de suas consequências sobre as áreas do ambiente urbano, especialmente, nas áreas de morros. Embora seja um fenômeno natural, ocasionado pelos mecanismos dos sistemas meteorológicos, as chuvas intensas e/ou concentradas são tidas como sinônimo de angústia e preocupação para milhares de pessoas.Nestes locais é possível encontrar registros, a cada ano, dos desastres associados às chuvas intensas, de deslizamentos nas encostas, geralmente, acompanhados de desabamentos de casas nas áreas de morros e, não raro, com perdas materiais e de vidas humanas (SOUZA, 2011).

As classes menos favorecidas do ponto de vista econômico, grande parcela da população urbana metropolitana, com poucos recursos financeiros, acabam ocupando as áreas periféricas, não desejadas pelo mercado imobiliário, com uma concentrada densidade populacional e, consequentemente, esse padrão de adensamento, potencializa a concentração de problemas socioambientais associados a riscos geológicos, a disseminação de doença, como a Covid-19, espacialmente distribuídos em função do contexto de vulnerabilidade que os favorecem. Werneck e Carvalho (2020), ressaltamque para o Brasil, no contexto da pandemia da Covid-19, os desafios são ainda maiores, pouco se sabe sobre as características de transmissão, num contexto de grande desigualdade social, com populações vivendo em condições precárias de habitação e saneamento, sem acesso sistemático à água e em situação de aglomeração.

De acordo com relatório “Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade”, elaborado pelo grupo de Trabalho II do IPCC, afirma-se que os impactos econômicos globais das alterações climáticas são difíceis de estimar. Ao longo do século XXI, prevê-se que os impactos das alterações climáticas abrandem o crescimento econômico, tornem mais difícil a redução da pobreza, corroam ainda mais a segurança alimentar e que prolonguem ou criem novos ciclos viciosos da pobreza, este último especialmente nas zonas urbanas e pontos críticos de fome emergentes (IPCC, 2014).

A climatologia geográfica tem revelado a necessidade do aprofundamento do tema em razão de sua complexidade, uma vez que as variabilidades climáticas e as possíveis mudanças no clima são um dos principais problemas ambientais do século. Embora possa parecer um paradoxo, apesar do grande avanço tecnológico, as sociedades permanecem, ainda, bastantes vulneráveis diante dos eventos naturais extremos, o que tem desafiado a humanidade a mudar suas atitudes, em utilizar a sua expertise, de uso da tecnologia para desenvolverem produtos e processos produtivos menos abrasivos de tal forma que se possa prevenir e/ou minimizar o prejuízo dos desastres associados às chuvas na RMR. No item a seguir, é abordado sobre gestão de risco a desastres e o sistema de alerta de chuvas.

2.5 GESTÃO DE RISCO E SISTEMA DE ALERTA DE CHUVA

O conceito de risco é relativamente recente e foi apenas no século XIX, com as transformações advindas da Revolução Industrial, no mundo do trabalho e com o desenvolvimento de tecnologias, que se passou a falar acerca dos riscos e das condições que os produzem. Com a sociedade industrial, tornou-se necessário garantir o controle dos riscos possíveis, criando-se um conjunto de normas disciplinares e técnicas para conter a ocorrência

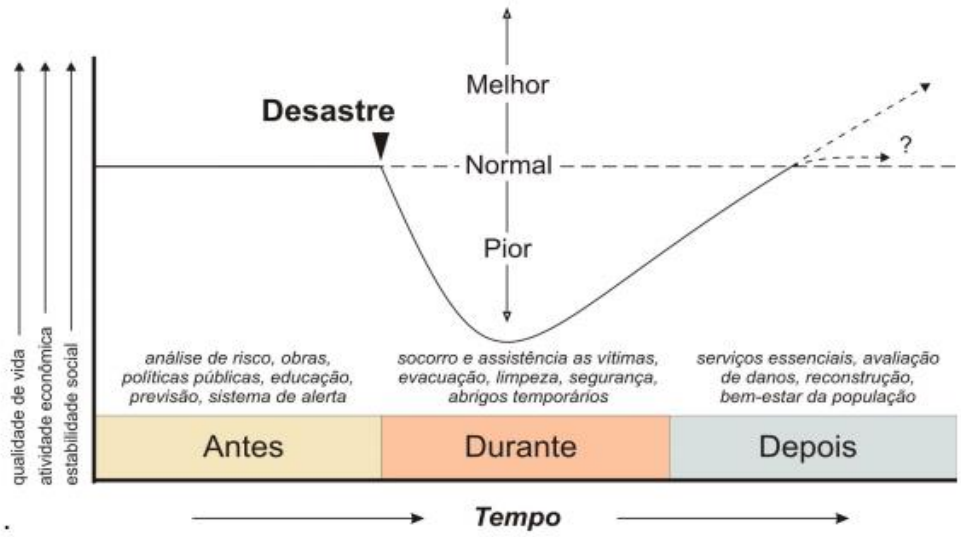
de acidentes. Passou-se a falar sobre análise, gestão e percepção de riscos (UFSC-CEPED, 2012).

Em um sentido amplo, a palavra risco alude à probabilidade de ocorrência de uma ou várias ameaças que podem gerar efeitos prejudiciais. E o que está em jogo pode ser a saúde das pessoas, dos animais, das plantas; a propriedade, o modo de vida (meio de subsistência), o ambiente, as finanças e até o desenvolvimento de um povo (DÍAZ; TRELLES; MURILLO, 2015).

No âmbito da definição do "risco de desastre", existem duas situações: i) há as definições que são derivadas das ciências da terra e que tendem a definir o risco como "a probabilidade da ocorrência de um evento físico nocivo e; ii) há as definições de risco de desastre que resgatam o social e o econômico a formar definições do tipo: "o risco de desastre inclui a probabilidade de danos e perdas futuras associadas à ocorrência de um evento físico nocivo". Neste caso, a ênfase está nos impactos prováveis e não na probabilidade de ocorrência do evento físico como tal (NARVÁEZ; LAVELL; ORTEGA, 2009).

Tobin e Montz (1997) apresentam um gráfico (Figura 4), que ilustra a evolução do ciclo de gerenciamento de um desastre. Nele é possível visualizar cada fase, suas etapas e ações. Nota-se que ocorrência de desastres envolve basicamente três fases distintas: Antes, Durante e Depois.

Figura 4 - Ciclo de gerenciamento de um desastre



Fonte: Tobin; Montz (1997).

De acordo com Tobin e Montz (1997), a gestão de risco é um processo de gerenciamento de decisões que envolvem a definição de necessidades, o reconhecimento das opções aceitáveis e a escolha de estratégias apropriadas. Para Lavell (2003), a gestão de risco

está relacionada com ações de planejamento, intervenção e organização, as quais, para cada fase do evento do desastre, necessitam serem avaliadas e conduzidas de forma contínua e consistente.

"A gestão de risco de desastre compreende o planejamento, a coordenação e a execução de ações e medidas preventivas destinadas a reduzir os riscos de desastres e evitar a instalação de novos riscos" (BRASIL, 2017). De acordo Ludwig e Mattedi (2018, p. 2), "a gestão do risco se refere, portanto, a um processo social cujo objetivo final é a prevenção, redução e o controle permanente dos fatores de risco de desastres".

De acordo com Licco (2013), a gestão de risco é uma forma de preparar umacomunidade através de medidas para minimizar impactos, preparando-a para lidar com eles. Isso inclui o planejamento para enfrentamento, planos de emergência bem-preparados e medidas para proteger pessoas mais vulneráveis da comunidade. Uma crescente exposição e atrasos na redução de vulnerabilidades resultam em um aumento no número de desastres naturais e na severidade das perdas. Para reduzir o risco de desastres, é importante reduzir o nível de vulnerabilidade e manter a exposição ao perigo em um mínimo como, por exemplo, realocando populações e propriedades. A Figura 5 mostra o mecanismo da redução do risco de desastres e indica a nova área de risco após a implementação de medidas mitigadoras.

Figura 5 - Redução de risco de ocorrência de desastres

Fonte: Licco (2013).

A gestão de risco de desastres é uma extensão de conceito de gestão de risco que atende, de forma específica, o risco de desastres e que busca minimizar as perdas e danos que se desprendem da ocorrência destes eventos. Reduzir a vulnerabilidade e aumentar a

resiliência são os aspectos principais quando se trata de administrar o risco de desastres (DÍAZ; TRELLES; MURILLO, 2015).

A gestão de risco abrange a avaliação e análise dos perigos, bem como a execução de estratégias e ações específicas para controlar, reduzir e transferir ameaças. Esta é uma prática difundida de várias organizações para minimizar o risco em decisões de investimento e lidar com perigos operacionais, como a interrupção de negócios, falhas na produção, os danos ambientais, os impactos sociais e os danos provocados por incêndios e ameaças naturais. A gestão de risco é uma questão fundamental para setores que dependem do abastecimento de água e energia, bem como a agricultura, cuja produção é afetada direta ou indiretamente por episódios meteorológicos e eventos climáticos extremos (UNISDR, 2009).

Desse modo, a gestão de risco é um processo de gerenciamento de decisões que envolvem a definição de necessidades, o reconhecimento das opções aceitáveis e a escolha de estratégias apropriadas (TOBIN; MONTZ, 1997). De acordo com Cardona (1996), o gerenciamento de riscos corresponde ao esforço de prevenir a ocorrência, mitigar perdas, preparar-se para as consequências, alertar a presença, responder a emergência e recuperar-se dos efeitos dos desastres que está dividido em três momentos distintos: antes, durante e depois do evento desencadeador (Quadro 3).

Quadro 3 - Etapas da Gestão de Risco

Antes do Desastre	**Durante o Desastre**	**Depois do Desastre**
Prevenção: É prevenir a ocorrência do evento; **Mitigação**: Visa diminuir o seu impacto, reconhecendo que, muitas vezes, não é possível prevenir a sua ocorrência; **Preparação**: É a estruturação da resposta e alerta e corresponde à notificação formal de um perigo iminente.	**Resposta**: São aquelas que são realizadas durante o período de emergência ou imediatamente após a ocorrência do evento. Essas atividades podem envolver ações para evacuar comunidades, de busca e resgate, de assistência e socorro às populações afetadas e ações que se realizam durante o tempo em que a comunidade está desorganizada e os serviços básicos de infraestrutura não funcionam.Na maioria dos desastres, esse período passa muito rápido, exceto em alguns casos, dentre eles: secas, fomes e conflitos civis.	**Reabilitação**: Corresponde ao período de transição que se inicia ao final da etapa de emergência e no qual se restabelecem serviços vitais imprescindíveis e os sistemas de abastecimento da comunidade afetada. **Reconstrução**: Representado pelos esforços para reparar a infraestrutura danificada e restaurar o sistema de produção, com vistas a revitalizar a economia, procurando alcançar ou superar o nível de desenvolvimento precedenteao desastre.

Fonte: Cardona (1996) - Elaboração: o autor.

A gestão de risco de desastre é um processo sistemático de decisões e medidas administrativas, econômicas, organizacionais e de conhecimento operacional desenvolvido pelas sociedades e comunidades para implementar políticas, estratégias e fortalecer suas

capacidades, a fim de reduzir o impacto de ameaças naturais e de desastres ambientais e tecnológicos consequentes (EIRD, 2004).

No Brasil, de maneira geral, os governos têm priorizado na "resposta", ou seja, na recuperação de locais atingidos por desastres, com pouco ou nenhum investimento na prevenção, preparação e mitigação. É fundamental estimular iniciativas que rompam com a lógica emergencial e consolidem o paradigma da prevenção dos riscos a desastres associados aos eventos de chuvas, considerando a segurança das pessoas, a sustentabilidade e contribuindo na melhoria das condições de vida (SANTA CATARINA, s.d.).

Diante destas constatações, percebe-se que a redução de riscos a desastres tem sido uma das grandes preocupações dos governos e das sociedades como um todo, pois a cada ocorrência de um desastre, principalmente os de grande magnitude, são capazes de destruir, em poucas horas, com os esforços de trabalho construídos durante muitos anos, e em alguns casos até mesmo perdas de vidas (SOUZA, 2011).

A Constituição Federal de 1988 estabelece em seu artigo 22 e inciso XXVIII, respectivamente: "Art. 22. Compete privativamente à União legislar sobre [...] XXVIII - defesa territorial, defesa aeroespacial, defesa marítima, defesa civil e mobilização nacional; (BRASIL, 1988, p-27-28).

Percebe-se, dessarte, que é de competência da União a legislação sobre Defesa Civil para o território nacional. Recentemente, foi publicada a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), aprovada pela Lei n°. 12.608, de 10 de abril de 2012, e sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), estabelecendo as responsabilidades de cada ente federado. No que cabe ao município, é importante se observar com rigor, que este passa a cumprir papel fundamental na observação de políticas de levantamento e minimização dos riscos de desastres, conforme se percebe no artigo 2° que é dever da União, dos Estados, Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastres.

O mesmo texto legal, em seu artigo 3º., comenta que a gestão de desastres abrange cinco ações distintas e interrelacionadas, quais sejam: prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. Essas ações ocorrem de maneira articulada entre a União, os Estados, o Distrito Federal e Municípios, exigindo uma ampla participação comunitária.

A publicação da lei em tela, tem como um de seus objetivos "produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais" e dispõe, entre outros, sobre as competências e atribuições dos entes federados que compõem o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, quanto ao monitoramento e alerta antecipado. Dessa forma, é

possível facilitar a execução da responsabilidade do município prevista no artigo 8º da Lei Federal nº. 12.608/2012, que estabelece que é de responsabilidade dos municípios a inclusão das ações de proteção e Defesa Civil nos seus planejamentos, identificar e mapear as áreas de atenção e desastres e informar a população, além de estabelecer protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres.

E de forma compartilhada com as outras esferas da administração pública, a saber:

> Art. 9. Compete à União, aos Estados e aos Municípios:
> [...]
> IV-Estabelecer medidas preventivas de segurança contra desastres em escolas e hospitais situados em áreas de risco;
> V - Oferecer capacitação de recursos humanos para as ações de proteção e defesa civil; [...] (BRASIL, 2012).

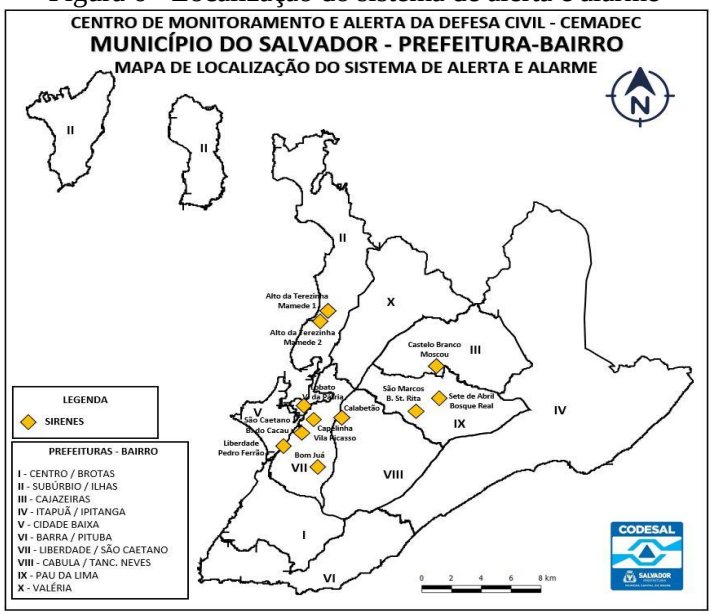
Então, a leitura destes artigos deixa clara a necessidade de estrutura de um plano de ação estratégico que estabeleça programas capazes de atender, de forma eficaz,as responsabilidades do município. Mais ainda, do ponto de vista do planejamento, é possível minimizar e evitar os riscos de desastres agindo de forma preventiva, evitando elevados custos de socorro e recuperação dos efeitos dos desastres.

O ponto de partida em propor recomendações para uma gestão de riscos a desastres associada aos eventos de chuvas para RMR, de que trata este estudo, será destacada, a experiência na sua realidade específica, da Defesa Civil (CODESAL) da cidade de Salvadorno Estado da Bahia quanto a diversas ações quanto àgestão de risco de desastres. A Defesa Civil de Salvador (CODESAL) foi criada pelo Decreto n°. 5.396, de 31 de maio de 1978, trata-se de um órgão vinculado à Secretaria Municipal da Infraestrutura, Habitação e Defesa Civil (SINDEC) e tem por finalidade implementar os planos de prevenção e de contingências de defesa civil, bem como coordenar, executar e supervisionar as atividades de resposta às situações de emergência ou de calamidade pública, observando os objetivos e diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Este órgãona capital baiana funciona em regime de plantão 24 horas, com equipe multidisciplinar para operacionalizar os trabalhos em suas diversas frentes de atuação.

É importante destacar que, em ações de prevenção e redução de riscos, realizadas por meio da Defesa Civil (CODESAL) da cidade de Salvador, com o monitoramento e mapeamento das áreas potenciais para alagamento e deslizamento de terra, com quatro faixas/níveis de risco: normalidade, atenção, alerta e alerta máximo. Quando o acumulado de chuva das últimas 72 horas atinge 150 mm as sirenes são acionadas em função da ocorrência deste acumulado de chuva (SALVADOR, 2021).

A Figura 6 apresenta a distribuição das sirenes que fazem parte do sistema de alerta e alarme na cidade de Salvador, perfazendo um total de 11 (onze) sirenes, que têm o objetivo de alertar os moradores quando houver iminência de deslizamento de terra nesses locais.

Figura 6 - Localização do sistema de alerta e alarme



Fonte: Defesa Civil de Salvador (CODESAL)/Prefeitura de Salvador (2021).

Assim que as sirenes são acionadas, os moradores de áreas de risco devem deixar imediatamente suas casas, portando, apenas documentação mínima e remédios. Em seguida, essas pessoas são conduzidas aos abrigos organizados pela Prefeitura em escolas municipais. Posteriormente, a Defesa Civil de Salvador realiza a vistoria a área dos imóveis evacuados afim de avaliar a viabilidade de cada morador deslocado retornar para a residência própria. Caso seja constatado o comprometimento do imóvel pela chuva, as pessoas desalojadas ou desabrigadas são cadastradas para que possam ter acesso ao auxílio moradia (SALVADOR, 2021).

Nas áreas de risco que foram mapeadas, a CODESAL realiza a formação do Núcleo Comunitário de Prevenção e Defesa Civil (NUPDEC), cujo objetivo é capacitar um grupo de moradores locais para reduzir riscos e danos em caso de chuvas fortes. A capacitação aborda temas sobre Defesa Civil, percepção de risco, primeiros socorros e assistência em situações de desastres. Insta destacar que o projeto de formação de núcleos comunitários em tela tem como um dos objetivos em melhorar a percepção dos fatores de riscos presentes nas áreas de encostas e vales, informando e capacitando a população, para contribuir com a redução das ocorrências de desastres e suas consequências (SALVADOR, 2021).

É oportuno, mencionar, o decreto municipal n°. 26.459, de 15 de setembro de 2015, que institui o programa de voluntariado da Defesa Civil de Salvador, com o objetivo de reunir

as pessoas físicas interessadas em colaborar com a gestão de emergênciassoteropolitanaem ações preventivas de informação, conscientização, instrução e mobilização da população em relação aos riscos de desastres naturais, bem como em ações de socorro e resposta, no caso da ocorrência de desastres. O referido decreto, inclusive apresenta, nos artigos. 2° e 3°, respectivamente, que a CODESAL realizará a campanha de voluntariado junto à população de Salvador, especialmente em situação de risco, bem como o cadastramento, seleção e treinamento das pessoas interessadas em atuar voluntariamente, considerando a natureza das atividades a serem realizadas e os locais de atuação.

Redundante seria esmiuçar quão benéfica foi a criação do programa de voluntariado da cidade de Salvador, no que tange em acreditar no potencial transformador e na vocação para a cidadania e solidariedade das pessoas, além de ser instrumento para que o cidadão compreenda a importância de cadaum na sua atuação na redução de riscos com potencial de provocar acidentes, estimulando-o a se tornar um colaborador nas ações promovidas pela defesa civil da capital baiana. Da mesma sorte, são de curial sabença os problemas socioeconômicos e ambientais decorrentes das transformações significativas em seu espaço urbano, que sofreu com a ocupação feita pelo homem de ambientes frágeis (encostas íngremes e áreas suscetíveis a inundações), cujos maiores efeitos são as possibilidades de potencializar em riscos de desastres.Daí reside o fato da promoção de ações de cunho educativas.

Ainda no rol exposto de ações de educação ambiental desenvolvidas nas comunidades pela CODESAL, destacam-se dois projetos: Defesa Civil na Escola e Defesa Civil Itinerante. A Defesa Civil na Escola tem como objetivo em conscientizar professores e alunos sobre ações proativas de redução de riscos e incentivar a formação de uma cultura de prevenção. A atividade lúdico-pedagógica é fundamental, pois os técnicos da CODESAL podem fazer alusão à realidade daquela comunidade escolar em que as atividades acontecem. No que tange a Defesa Civil Itinerante, são realizadas atividades preventivas e educativas nas comunidades moradoras de áreas de risco, quando se esclarecemas dúvidas, o que contribui para a conscientização da população e minimização de acidentes (SALVADOR, 2015).

Percebe-se que a educação ambiental voltadaàs comunidades, em especial aquelas localizadas em áreas predispostas a acidentes geológicos e alagamentos, é claramente necessária, de alguma forma, para permitir o conhecimento com a formação de parceiros e facilitadores no desenvolvimento de uma cultura preventiva, promovendo a incorporação de conteúdos de defesa civil e de alerta para o cuidado com o meio ambiente. A relevância desta educação ambiental é fácil de ver quando são levadas adiante ideias estabelecidas por meio de

ações educativas e participativas, para contribuir com a redução das ocorrências de desastres e suas consequências, melhorando a qualidade de vida da população.

Insta salientar que a CODESAL implantou, no ano de 2016, o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) contendo a identificação e caracterização de tipologias específicas de cenários de risco e abrange dois planos específicos, mas integrados de ações de gestão de riscos, a saber: i) Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) de medidas não estruturais e; ii) Plano de Ações Estruturais (PAE) de medidas estruturais. As medidas de caráter não estruturais do Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) de escorregamentos e alagamentos, são associadas as atividades de monitoramento, controle e ações de proteção civil, quando há previsão de condições adversas pluviometeorológicas, geotécnicas e hidrológicas. Enquanto isso, as medidas de caráter estrutural, dizem respeito à concepção de alternativas de soluções de engenharia civil, compreendendo aspectos habitacionais, urbanísticos e de infraestrutura urbana (SALVADOR, 2021).

Em face da discussão acerca de ações no trabalho de prevenção aos desastres naturais, é indispensável, para o desenvolvimento do presente estudo, destacar a utilização eficiente de ferramentas de monitoramento climático e atmosférico com vistas a subsidiar ações de cunho preventivo. Nesse contexto, cumpre destacar o seguinte:

> Em 2020, a CODESAL adquiriu mais 6 (seis) pluviômetros que foram instalados em Brotas, Chapada do Rio Vermelho, Cajazeiras VIII, Campinas de Brotas, Boca do Rio e Piatã, contando atualmente com 54 (cinquenta e quatro) pluviômetros automáticos sendo 30 da CODESAL, 22 do CEMADEN e 02 do INMET. Entre os meses de abril e julho de 2019, foram instaladas 2 (duas) estações meteorológicas e 2 (duas) estações hidrológicas. As estações meteorológicas foram instaladas em Monte Serrat e na Pituba (Parque da Cidade). Além das novas estações, são utilizadas as estações do INMET localizadas em Ondina e na Base Naval de Aratu, totalizando 4 (quatro) estações meteorológicas sendo monitoradas. Essas estações têm como função recolher dados para análise meteorológica. Os seus dados (velocidade e rajada do vento, umidade relativa do ar, temperaturas máxima e mínima, radiação e pressão) são utilizados para a previsão do tempo e para a caracterização do clima.As estações hidrológicas foram instaladas na bacia hidrográfica do rio Camarajipe, na localidade do bairro Retiro e outra no bairro Caminho das Árvores. Essas estações têm como finalidade medir o nível do rio em tempo real, permitindo acompanhar a possibilidade de enxurrada e alagamento em seu entorno. Em 2020, foram instaladas mais 2 (duas) estações hidrológicas, no bairro da Boca do Rio (Rio das Pedras/Pituaçu) e em Piatã (Jaguaribe), pelo CEMADEN (SALVADOR, 2021, p. 01).

Percebe-se que na cidade de Salvador, é possível ressaltar que existe o uso de instrumentos de forma a coletar informações necessárias ao monitoramento e alerta de

desastres naturais. Coloca-se, assim, a defesa do uso de tais equipamentos da informação meteorológica quanto aos riscos de desastres e no fortalecimento no enfrentamento aos eventos adversos.

A Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (EIRD) da Organização das Nações Unidas (ONU), define sistema de alerta como um conjunto de recursos necessários para gerar e disseminar informações de alerta que sejam oportunas e significativas, com a finalidade de permitir que as pessoas, comunidades e organizações expostas à ameaça se preparem e atuem de uma maneira apropriada e com o tempo suficiente para antecipação na redução de perdas e danos que ocorram (UNISDR, 2009). Entende-se assim, que o sistema de alerta deve transmitir, de forma rápida, os dados para a população a fim de mitigar os danos e prejuízos acarretados pelos desastres, principalmente na etapa anterior ao evento.

No sentido de contribuir no conhecimento sobre o sistema de alerta de chuvas com riscos com desastres, Marchezini et al. (2017), a partir de diversas fontes documentais, apresentaram um modelo bem didático que ilustra cada componente que compõem os quatro eixos do sistema de alerta de risco de desastres (Figura 7).

Figura 7 - Eixos do sistema de alerta de risco de desastres

Fonte: Marchezini et al. (2017).

Sobre o indigitado sistema de alerta, uma publicação “Capacitação em Gestão de Risco”, estudo este desenvolvido por um conjunto de especialistas do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal do Rio Grande do Sul-CEPED/RS-UFRGS (2016) aduz:

> Os sistemas de alerta possibilitam que seja conhecido previamente e com certo nível de precisão, em que tempo e em que local, uma ameaça pode desencadear um desastre, permitindo que centenas de vidas sejam salvas anualmente. Salienta-se que para que o alerta seja efetivo, ele deve ser difundido com antecipação suficiente, possibilitando que a comunidade tome providências e dirija-se aos locais seguros e pré-determinados pela proteção e defesa civil municipal, os quais servirão de abrigo temporário. O período de emissão do alerta depende do tipo de evento perigoso. Por exemplo, no caso de terremotos esse período é relativamente pequeno, sendo que no sismo que ocorreu em Sendai no Japão em 2011 as autoridades locais alertaram a população cerca de um minuto antes do tremor. Já no caso de inundações, esse período tende a ser superior, com alertas emitidos horas ou até mesmo dias antes do evento (CEPED/RS-UFRGS, 2016, p. 232).

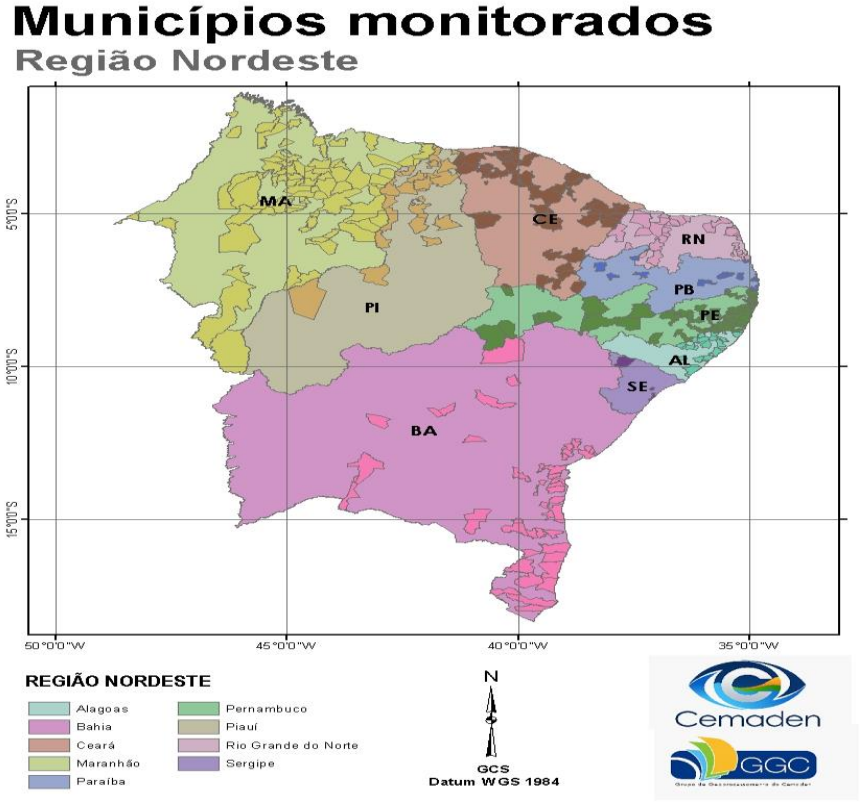
Para ser eficaz e completo, um sistema de alerta, em geral, é estruturado em quatro elementos de interação, a saber: i) conhecimento dos riscos; ii) monitoramento e alerta; iii) comunicação e; iv) capacidade de resposta. Enquanto este conjunto de quatro elementos parece ter uma sequência lógica, na verdade cada elemento tem vínculos bidirecionais diretos e interações com cada um dos outros elementos (BASHER, 2006).

No Brasil, a atividade de monitoramento e elaboração de alertas de desastres (deslizamentos, enxurradas e inundações) é realizada a nível federal pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN). Neste contexto, o Decreto nº. 9.677, de 02 de janeiro de 2019, artigo 42, corrobora com esta argumentação ao expressar que:

> I - elaborar alertas de desastres naturais relevantes para ações de proteção e de defesa civil no território nacional; II - elaborar e divulgar estudos visando à produção de informações necessárias ao planejamento e à promoção de ações contra desastres naturais; III - desenvolver capacidade científica, tecnológica e de inovação para continuamente aperfeiçoar os alertas de desastres naturais; IV- desenvolver e implementar sistemas de observação para o monitoramento de desastres naturais; V - desenvolver e implementar modelos computacionais para previsão de desastres naturais; VI - operar sistemas computacionais necessários à elaboração dos alertas de desastres naturais; VII - promover capacitação, treinamento e apoio a atividades de graduação em suas áreas de atuação; e VIII- emitir alertas de desastres naturais para o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres, do Ministério da Integração Nacional, auxiliando o Sistema Nacional de Defesa Civil (BRASIL, 2019).

No âmbito nacional, dos 15 municípios que compõem a RMR, com exceção de Araçoiaba e Itapissuma, conforme consulta no portal do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais - CEMADEN, verificou-se que tais municípios estão assistidos (Figura 8) e que fazem parte de 958 municípios brasileiros que atualmente são monitorados em todas as regiões brasileiras.

Figura 8 - Municípios monitorados na região Nordeste



Fonte: CEMADEN (2019).

O CEMADEN, foi criado através do Decreto n°. 7.513 de 01 de julho de 2011, pertencente ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e vinculado à Secretaria de Políticas e Programa de Pesquisas e Desenvolvimento (SEPED), cuja sede está localizada no campus do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na cidade de Cachoeira Paulista, no Estado de São Paulo, região Sudeste do Brasil (CEMADEN, 2019).

Em se tratando de Pernambuco, a "Sala de Situação" da APAC foi inaugurada em 2011 e visa monitorar, com ajuda de satélites e outros recursos, adistribuição das chuvas e o nível dos principais rios, cujo sistema alerta para desastres em três dias. Essa Agência, além de elaborar e emitir avisos meteorológicos e hidrológicos, lança boletins informativos das condições meteorológicas com a possibilidade de eventos extremos (APAC, 2011). Entre outros órgãos interessados, a CODECIPE é o primeiro órgão a receber as informações da referida Agência, para que em caso de aviso de chuva significante, as devidas medidas sejam tomadas (APAC, 2019).

No acompanhamento em nível de municípios, existem as Defesas Civis. É oportuno ressaltar a matéria de 11 de outubro de 2019 do jornal Diário de Pernambuco, cuja reportagem intitulada "Defesa civil nacional treina cidade de PE para lidarem com desastres":

> A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil está em Pernambuco capacitando agentes das Defesas Civis municipais com uma nova metodologia. Trata-se da Gestão Integrada de Riscos e Desastres (GIDES), projeto feito pelo Brasil em parceria com o Japão para lidar com tragédias, como os deslizamentos de terra que causaram 23 mortes entre junho e julho na Região Metropolitana do Recife (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2019).

É oportuno ressaltar que as Defesas Civis municipais recebem os alertas de chuva, emitido pela APAC. A perspectiva central, que passa como um fio condutor nestes alertas que fazem a ponte (Defesas Civis e APAC), é a dimensão dos avisos meteorológicos em situação de risco, que para compreensão dos níveis de alerta, o "Manual de Operação da Sala de Situação" da APAC (2014) cita que:

> Nível do rio baixo: o nível em que o curso d'água permanece a maior parte do período de estiagem. Cota de alerta: definido como sendo 1 m abaixo do nível de inundação. Cota de Inundação: cota do curso d'água onde a área urbana do município mais suscetível a inundações é atingida; Chuva forte: chuva acumulada em 24 h maior que 30 mm independente da bacia. (APAC, 2014 p. 21).

A Figura 9 A e B, representam os alertas emitidos pela APAC, anos 2014 e 2016, noticiado em meios de comunicação de destacável circulação no estado de Pernambuco. Os alertas de chuvas são repassados aos jornais de grande, média e pequena circulação, como também veiculadas na imprensa radiofônica, televisiva e nas redes sociais mantidas pelas Defesas Civis (*facebook, whatsapp, twiter, instagram e telegram*).

Figura 9 A - Divulgação de alerta emitido pela APAC em jornal de grande circulação em Pernambuco

CHUVA

Apac prevê chuva com intensidade acima dos 30mm pelas próximas horas no Recife e RMR

O alerta maior é para a madrugada e início da manhã desta segunda (28)

Publicado em 27/07/2014, às 18h50

Chuva e greve de ônibus no início de semana no Recife
JC Imagem

Do JC Online

A Agência Pernambucana de Águas e Climas (Apac) divulgou alerta para as próximas horas no Recife e na Região Metropolitana (RMR). De acordo com o órgão deve chover com intensidade acima dos 30mm, especialmente na madrugada e

Fonte: Adaptado Jornal do Commercio (2014).

Figura 9 B - Divulgação de alerta emitido pela APAC em site eletrônico de grande circulação em Pernambuco

MENU G1 PERNAMBUCO NORDESTE

23/05/2016 18h13 - Atualizado em 23/05/2016 18h13

Apac emite alerta de chuva forte para Região Metropolitana do Recife

De acordo com agência, deve chover acima de 30mm nas próximas 24 horas. Zonas da Mata Sul e Norte também devem registrar precipitação forte.

Do G1 PE

FACEBOOK

A Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac) emitiu aviso hidrometeorológico na tarde desta segunda-feira (23) prevendo chuvas fortes. De acordo com a previsão, deve chover acima de 30mm nas próximas 24 horas, no Recife e Região Metropolitana.

A Defesa Civil do Recife também emitiu alerta à população, reforçando que moradores de áreas de risco devem ficar atentos e procurar abrigo em local seguro. As equipes da Defesa Civil estão em estado de alerta. A população pode entrar em contato pelo telefone 0800 081 3400. A central de atendimento funciona 24 horas por dia.

Fonte: Adaptado G1 Pernambuco (2016).

Nessa perspectiva, pode-se dizer que o sistema de alerta de eventos meteorológicos severos é uma forma de gerar e difundir um aviso, de maneira oportuna e relevante, para que as pessoas expostas a uma ameaça sejam asseguradas da iminência dos riscos e que possam se preparar, de maneira adequada, com antecedência suficiente para reduzir perdas e danos. Assim, não se pode deixar de ressaltar a relevância dessa ação (alerta) e de outras medidas, visando adaptar os municípios da RMR de forma que estes eventos causem o mínimo de danos possíveis, enfim, é transformar a RMR resiliente às chuvas fortes.

A despeito de cidades resilientes, de forma didática, o escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres (UNISDR) lançou, em 2010, a campanha "Construindo Cidades Resilientes: minha cidade está se preparando", onde se estabeleceram dez passos para se alcançar a resiliência local, envolvendo todos os atores responsáveis, a saber:

> 1.Coloque em prática ações de organização e coordenação para compreender e aplicar ferramentas de redução de riscos de desastres, com base na participação de grupos de cidadãos e da sociedade civil. Construa alianças locais. Assegure que todos os departamentos compreendam o seu papel na redução de risco de desastres e preparação. 2. Atribua um orçamento para a redução de riscos de desastres e forneça incentivos para proprietários em áreas de risco, famílias de baixa renda, comunidades, empresas e setor público para investir na redução dos riscos que enfrentam. 3. Mantenha os dados sobre os riscos e vulnerabilidades atualizados. Prepare as avaliações de risco e utilize-as como base para planos de desenvolvimento urbano e tomadas de decisão. Certifique-se de que esta informação e os planos para a resiliência da sua cidade estejam prontamente disponíveis ao público e totalmente discutido com eles. 4. Invista e mantenha uma infraestrutura para redução de risco, com enfoque estrutural, como por exemplo, obras de drenagens para evitar inundações; e, conforme necessário, invista em ações de adaptação às mudanças climáticas. 5. Avalie a segurança de todas as escolas e centros de saúde e atualize tais avaliações conforme necessário. 6. Aplique e imponha regulamentos realistas, compatíveis com o risco de construção e princípios de planejamento do uso do solo. Identifique áreas seguras para cidadãos de baixa renda e desenvolva a urbanização dos assentamentos informais, sempre que possível. 7. Certifique-se de que programas de educação e treinamento sobre a redução de riscos de desastres estejam em vigor nas escolas e comunidades. 8. Proteja os ecossistemas e barreiras naturais para mitigar inundações, tempestades e outros perigos a que sua cidade seja vulnerável. Adapte-se à mudança climática por meio da construção de boas práticas de redução de risco. 9. Instale sistemas de alerta e alarme, e capacidades de gestão de emergências em seu município, e realize regularmente exercícios públicos de preparação. 10. Após qualquer desastre, assegure que as necessidades dos sobreviventes estejam no centro da reconstrução, por meio do apoio direto e por suas organizações comunitárias, de modo a projetar e ajudar a implementar ações de resposta e recuperação, incluindo a reconstrução de casas e de meios de subsistência (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2012, p. 26).

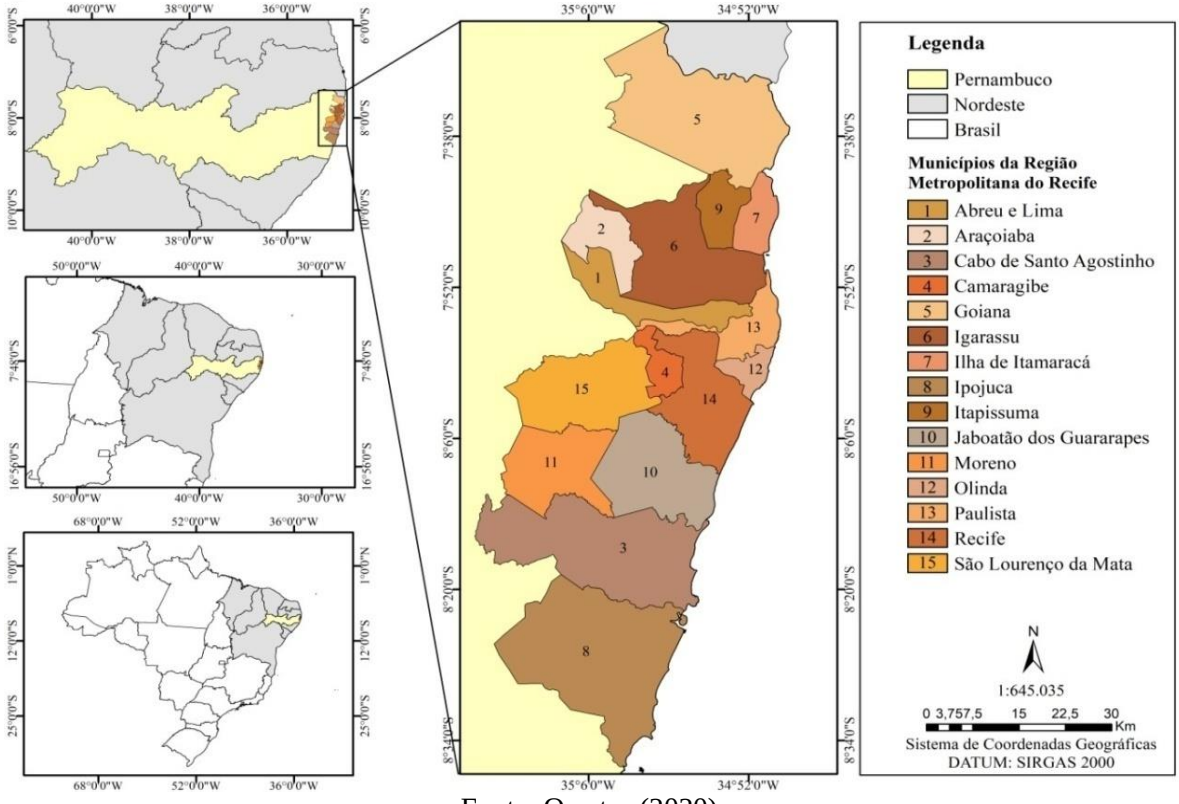
É pacífico o entendimento de que os dez passos destacados acima servem como diretrizes básicas para o trabalho da administração pública e, de forma objetiva,às coordenações municipais e, apresentam um roteiro de atuação para se alcançar a resiliência e a sustentabilidade urbana de comunidades. Essa transformação das cidades será possível com o envolvimento dos gestores públicos em ações de cunho preventivo para redução de risco de desastres nas cidades.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Região Metropolitana do Recife (RMR), (Figura 10), constitui uma unidadeorganizacional, geoeconômica, social e cultural composta por 15 municípios (Abreu e Lima, Araçoiaba, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Goiana, Igarassu, Ilha de Itamaracá, Ipojuca, Itapissuma, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista, Recife e São Lourenço da Mata) (PERNAMBUCO, 2020). Essa mesorregião, situada numa faixa de baixas latitudes e em relevo de modestas altitudes, possui um clima que, segundo a classificação climática de Köppen adaptada ao Brasil, insere-se no subtipo As', ou seja, clima quente e úmido com regime de chuvas de outono-inverno.

Figura 10 - Localização espacial da Região Metropolitana do Recife (RMR) e seus municípios



Fonte: O autor (2020).

É importante destacar que o município de Goiana, em dezembro de 2017, havia sido aprovado pela Assembleia Legislativa de Pernambuco (ALEPE) a inclusão do citado município na RMR, a partir de um projeto de lei e, consequentemente, em janeiro de 2018, o município passou a fazer parte da RMR. No entanto, em 2020, um novo projeto de lei da ALEPE propôs o retorno do referido município para a Zona da Mata Norte pernambucana sendo aprovado e sancionado pelo governo naquele ano (G1 PE, 2020). Assim, a presente

pesquisa foi desenvolvida considerando o município de Goiana como pertencente à RMR que coincidiu com o intervalo de tempo que fez parte da RMR.

A área metropolitana é de 3.207,54 Km^2, o que corresponde a 3,3% da extensão do Estado de Pernambuco; sua população, estimada em 2018, representa 4.054,866 (42,7% da população do estado) (PERNAMBUCO, 2020), com uma densidade demográfica média de 1.264,17 hab/Km^2. Dentro da RMR é grande a concentração da população (Tabela 2). Apenas quatro municípios concentram 75% de toda a população metropolitana: Recife, Jaboatão dos Guararapes, Olinda e Paulista (PERNAMBUCO, 2019).

Tabela 2 - Distribuição Populacional e Densidade Demográfica na Região Metropolitana do Recife

Município	**População residente2010**	**Densidade Demográfica (Hab./Km^2)**	**Área total (Km^2)**
Abreu e Lima	94.429	724,90	130,3
Araçoiaba	18.156	196,74	92,3
Cabo de Santo Agostinho	185.025	414,32	446,6
Camaragibe	144.466	2821,93	51,2
Goiana	75.644	150,72	501,9
Igarassu	102.021	333,88	305,6
Ilha de Itamaracá	21.884	328,18	66,7
Ipojuca	80.637	151,39	532,6
Itapissuma	23.769	320,19	74,2
Jaboatão dos Guararapes	644.260	2493,06	258,6
Moreno	56.696	289,16	196,1
Olinda	377.779	9068,36	41,7
Paulista	300.466	3086,01	97,4
Recife	1.537.704	7037,61	218,5
São Lourenço da Mata	102.895	262,2	392,49

Fonte: IBGE /Censo Demográfico (2010).

De acordo com a tabela acima, na RMR, Olinda é o município que apresenta a maior densidade com 9068,36 Km^2 e Goiana o menor, com 150,72 Km^2. Como se pode observar, todos os municípios possuem uma concentrada densidade populacional e, consequentemente, esse padrão de adensamento, potencializa a concentração de problemas socioambientais associados a riscos geológicos espacialmente distribuídos em função dos contextos ambientais que os favorecem.

3.1.1 Ocupação Territorial

A RMR do Recife remonta ao início da colonização portuguesa no Brasil. Sobre a sua formação, Andrade (1987) cita que:

> Com a criação das Capitanias Hereditárias e início da colonização, a área, hoje pertencente ao Grande Recife, ficou localizada em sua maior porção, no lote de Duarte Coelho Pereira, enquanto uma pequena parte no Norte ficou no lote de Pero Lopes de Souza. Os governadores deste lote, em nome do Donatário, estabeleceram-se na Ilha de Itamaracá e fundaram sobre uma colina a Vila de Nossa Senhora da Conceição que foi capital durante muitos anos. Hoje, Vila Velha, ela se reduz a um pequeno povoado, de uma dezena de casas, e uma velha igreja, podendo ser aproveitada como ponto de atração turística (ANDRADE, 1987, p. 259-260).

O centro urbano da capitania de Pernambuco era Olinda, fundada em 1536 em terreno elevado. A saída para o mar ficava mais ao sul, um porto natural protegido das ondas do Atlântico por uma muralha de arrecifes. Aí se forma uma minúscula povoação de mareantes e pescadores, a que se refere o Donatário Duarte Coelho em sua carta floral de 12 de março de 1537. A povoação se fixara na ponta de uma estreita faixa de areia, um istmo entre o mar e os rios, cujas águas tentaram, várias vezes, expulsá-la dali (GUSMÃO FILHO, 1993). De acordo com Vasconcelos e Sá (2011) o povoamento dos morros da RMR remete deste o período colonial, com a ocupação e formação da cidade de Olinda que, por conta de sua posição geográfica, já que se localizava em uma colina e de lá se tinha uma visão dos estuários dos rios Capibaribe e Beberibe.

3.1.2 Sistemas Meteorológicos Atuantes na RMR

Independente da corrente que aborde o fenômeno, seja o catastrofismo ou não, deve-se ressaltar que existe um acontecimento, de natureza física, que mobiliza os fluxos de matéria e energia, que transforma numa situação severa, neste sentido, reside a importância deste tópico em conhecer os sistemas de precipitação que atuam na RMR. Dentre as variáveis meteorológicas mais importantes no estudo do clima, a precipitação destaca-se em razão dos impactos nos diversos setores da sociedade.

As enchentes registradas no meio de cada ano na Grande Recife são, em geral, fenômenos meteorológicos associados aos desastres. Nesse contexto, conhecer a condição fenomênica ou a dinâmica dessas forças naturais é de extrema necessidade para a formulação de políticas públicas, na compreensão de seu significado e alcance na construção dos instrumentos: tecnológico, do segmento da engenharia, gerenciais e pedagógicos; este último que trabalha com a educação das pessoas na sociedade em busca de padrões de resiliência, segurança e de convivência com o risco que possa naturalmente gerar qualidade de vida na sociedade.

Por conseguinte, os fenômenos meteorológicos que mais afetam no dia a dia, serão abordados a seguir, visando um melhor entendimento da dinâmica do clima na área. Para uma melhor compreensão do clima, independentemente de seu grau de intervenção antropogênica, torna-se necessário, inicialmente, o conhecimento da dinâmica atmosférica da região onde se insere o local em análise.

As chuvas concentradas no litoral do Nordeste brasileiro e, consequentemente, na Região Metropolitana do Recife - RMR durante o inverno são ocasionadas por Perturbações e Ondas de Leste (FERREIRA; MELLO, 2005; ALVES; CAVALCANTI; NÓBREGA, 2013); posicionamento da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT (FERREIRA; MELLO, 2005; SILVA; GALVÍNCIO; COSTA, 2017; JATOBÁ, 2019); instabilidades associadas às Frentes Frias (FERREIRA; MELLO, 2005; PERNAMBUCO, 1998); posicionamento favorável dos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior - VCAS (ARAGÃO, 1975; FERREIRA; MELLO, 2005).

De acordo com Medeiros (2018) os sistemas atmosféricos que contribuem para a precipitação da Região Metropolitana do Recife (RMR) compreendem os sistemas frontais, os Distúrbios Ondulatórios de Leste e a Brisas Marítimas e Terrestres, sendo estes últimos originados no Oceano Atlântico. As ondas de Leste são comuns no outono/inverno, auxiliadas pelos ventos alísios de sudeste,atingindo a costa oriental do Nordeste, provocando chuvas de moderada a forte e a Zona da Convergência Intertropical (ZCIT).

a) Perturbações e Ondas de Leste

As ondas de leste são ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios e se propagam desde a costa da África. As ondas de leste são responsáveis pelas chuvas, principalmente,na Zona da Mata que se estende do Recôncavo Baiano até o litoral do Rio Grande do Norte, mas, quando as condições oceânicas e atmosféricas estão favoráveis, as Ondas de Leste também provocam chuvas no estado do Ceará nos meses de junho, julho e agosto, principalmente na parte centro-norte do estado (FERREIRA; MELLO, 2005).

Alves, Cavalcanti e Nóbrega (2013), colocam que osDistúrbios Ondulatórios de Leste (DOL’s) são perturbações dos ventos alísios que, no Nordeste do Brasil, geralmente se associam a eventos extremos de precipitação. Os autores ressaltam que o DOL atingiu o Estado de Pernambuco em junho de 2010, provocando inundações e grandes prejuízos econômicos e humanos.

b) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)pode ser definida como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre formada, principalmente, pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul, em baixos níveis (o choque entre eles faz com que o ar quente e úmido ascenda e provoque a formação das nuvens), baixas pressões, altas temperaturas da superfície do mar, intensa atividade convectiva e precipitação. A ZCIT é considerada a mais importante para indicar se vai ocorrer deficiência ou excedente hídrico, principalmente na porção norte da região. Entre agosto e outubro ela encontra-se mais ao norte e entre fevereiro-abril mais ao sul, sendo esse o período em que ela ocasiona chuva (FERREIRA; MELLO, 2005).

De acordo com Silva, Galvíncio e Costa (2017, p.107), "a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT é um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuando nos trópicos, ela é parte integrante da circulação geral da atmosfera". A Zona de Convergência Intertropical - ZCIT corresponde à área de baixas pressões equatoriais para onde convergem os alísios boreais e austrais. Trata-se de sistema atmosférico caracterizado pelos movimentos convectivos ascendentes do ar que ocasionam a condensação do vapor d'água e o surgimento de nuvens de grande desenvolvimento vertical (Cb). A ZCIT estende-se na direção Leste-Oeste da África até a América do Sul (JATOBÁ, 2019).

c) Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS)

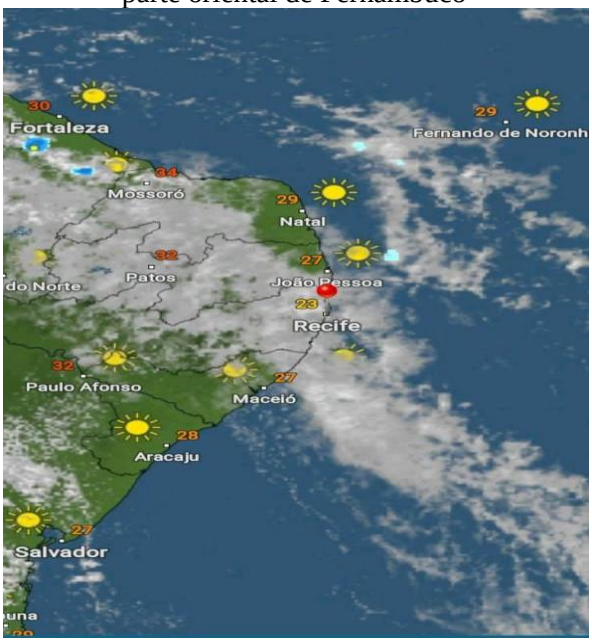
O pesquisador Aragão (1975) é um dos pioneiros no estudo sobre o fenômeno dos VCAS que atuam nas regiões tropicais eresponsáveis pela precipitação no Nordeste brasileiro. Os VCAS são também conhecidos como baixas frias ("*coldlows*") e atuam sobre outras regiões do Brasil, preferencialmente, nos meses de novembro a abril. A atuação dos VCAS ocorre de forma muito irregular já que estes sistemas, na dependência de seu posicionamento, podem produzir tanto chuvas intensas como estiagens em qualquer região.

De acordo com Ferreira e Mello (2005), os VCAS compreendem um conjunto de nuvens que, observado pelas imagens de satélite, têm a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva e, no centro, há movimentos de ar de cima para baixo (subsidência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens.

d) Instabilidades associadas às Frentes Frias

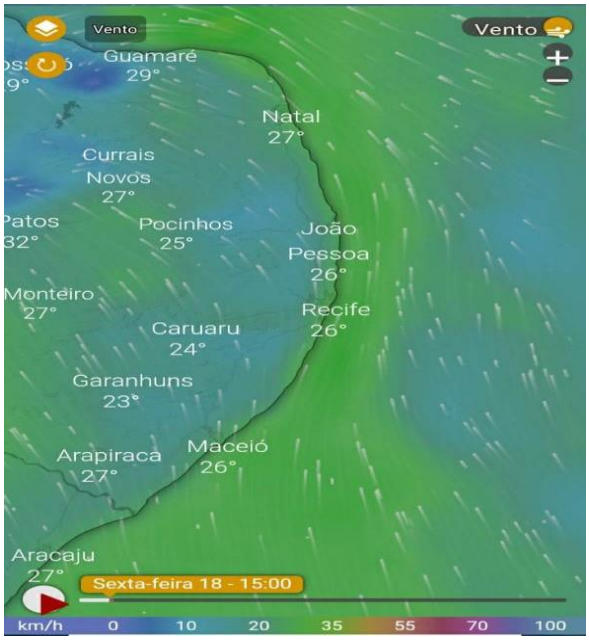
As frentes frias (Figura 11A) são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo do quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e, consequentemente, as chuvas (Figura 11B). São bem característicos entre os meses de novembro a janeiro, atingindo principalmente a porção sudeste, podendo alcançar o centro (FERREIRA; MELLO, 2005).

Figura 11 A - Frente fria em dissipação sobre a parte oriental de Pernambuco



Fonte: Clima & Radar (18 de junho de 2021).

Figura 11 B - Os fluxos de ar sobre a parte oriental de Pernambuco



Fonte: Windy (18 de junho de 2021).

A Frente Polar Atlântica (FPA), que atinge já bastante "tropicalizada" a costa pernambucana, forma-se no sul do continente sulamericano, nas latitudes meridionais da Argentina, a partir do embate entre o ar polar e o ar tropical. Esse sistema atmosférico extratropical é um dos responsáveis, no trimestre mais chuvoso, pelos fortes aguaceiros frontais que, por diversas ocasiões, provocaram enchentes na RMR e na Zona da Mata pernambucana, em áreas de planícies aluviais do Capibaribe e afluentes (JATOBÁ, 2014).

e) Variabilidade Interanual da Precipitação

A variação interanual da precipitação no Nordeste e em Pernambuco é muito grande e depende, principalmente, de dois fenômenos do sistema oceano-atmosfera, o El Niño/Oscilação do Sul (ou anti-ElNiño/Oscilação do Sul) e o Dipolo do Atlântico

(PERNAMBUCO, 1998). Segundo Nóbrega, Santiago e Soares (2016), o fenômeno El Niño, La Niña e Dipolo do Atlântico são responsáveis pelas variações da precipitação, e essa variabilidade pode ocasionar em anos diferentes, secas severas e enchentes.

3.1.3 Características Fisiográficas

Este trabalho oferece suporte descritivo quanto ao aspecto do clima, solo, relevo, geologia, hidrografia e vegetação da RMR. Apresentam-se, a seguir, cada um desses aspectos físicos presente da área de estudo.

a) Clima

Segundo a classificação de Köppen (1948) o clima da RMR é do tipo As' (quente e úmido com chuvas de outono-inverno), com médias de temperaturas anuais elevadas. Nesta perspectiva a RMR está inserida em um contexto climático tropical úmido, com destaque às estações de outono e inverno como a época de maior concentração das chuvas. De acordo com Andrade e Lins (2005), o clima da área de estudo é classificado no clima tropical da costa nordestina do tipo As' com regime de chuvas de outono-inverno correspondente.

b) Solo

A maioria das áreas de morros da RMR é constituída por sedimentos da Formação Barreiras e, por consequência, a maioria dos desastres ocorre nesses sedimentos. O solo residual também é um importante material que apresenta problemas de movimentos de massa (BANDEIRA; COUTINHO; ALHEIROS, 2009).

Pfaltzgraff (2007), ocorrem na RMR as seguintes classes de solo, a saber: i) argissolos; ii) espodossolos; iii) gleissolos háplicos; iv) latossolos; v) neossolos; vi) nitossolos e; vii: solos de mangue. Silva (2014) chama atenção que locais com diferentes tipos de vegetações nativas, presença ou não de rochas, superfícies de cores diferentes, reentrâncias no relevo ou declividades variadas, refletem normalmente em diferentes tipos de solo.

c) Geomorfologia e Geologia

O relevo da RMR é bastante irregular, merecendo destaque que a Cidade do Recife está situada na planície fluviomarinha formada pela junção dos rios Capibaribe e Beberibe, e se desenvolve entre a praia e os morros na sua periferia (GUSMÃO FILHO, 1993). O compartimento de relevo denominado de planície costeira se originou, durante o período

Quaternário, por processos de sedimentação marinha em alguns trechos e por deposição fluvial em outros. Na planície costeira são encontradas planícies marinhas, fluviais e fluviomarinhas, além de outras feições de relevo como as restingas, terraços marinhos e fluviais. No Recife há um bom exemplo dessa planície, a denominada planície fluviomarinha do Recife (JATOBÁ, 2009).

Na visão de Jatobá (2003), os terrenos sedimentares verificados em Pernambuco dispõem-se nas bacias sedimentares interiores e nas bacias costeiras. O segundo trata-se:

> Nas bacias costeiras de Pernambuco, duas faixas de terrenos merecem destaque: os terrenos vulcânicos e os terrenos sedimentares do Grupo Barreiras. Ao sul do Recife, nos municípios do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, é possível encontrar inúmeras evidências de atividades vulcânicas ocorridas, durante o Cretáceo. São vistos diques e marcas de derrames de rochas vulcânicas do tipo riolito, basalto etc. No município de Ipojuca se observam restos de uma antiga chaminé vulcânica, com quase 30 metros de altura. A própria ilha de Santo Aleixo, em Sirinhaém, é de natureza vulcânica. Ao Norte do Recife, verificam-se sedimentos argilosos e arenosos que foram depositados no final do Terciário (Plioceno) e início do Quaternário (Pleistoceno). Esses sedimentos compõem o que se chama de Grupo Barreiras. Tais sedimentos possuem características que sugerem a predominância de climas secos, quando houve a deposição. O relevo que se desenvolveu sobre os terrenos sedimentares do Grupo Barreiras é representado pelos tabuleiros costeiros (JATOBÁ, 2003, p. 30-31)

Quanto às formações geológicas na RMR podem ser apresentadas como:

> Apresenta formações geológicas correspondentes às épocas Holoceno e Pleistoceno do período Quaternário, aos períodos Terciário e Cretáceo e ao Pré-Cambriano. Holoceno e Pleistoceno – a estas épocas correspondem na RMR, as formações sedimentares mais recentes, como a Planície Flúvio-Marinha, composta por aluviões, dunas, sedimentos de praia, sedimentos orgânicos etc., cuja origem está ligada a variações positivas (transgressões) e negativas (regressões) do nível do mar. Terciário - este período corresponde a formação Maria - Farinha, de caráter calco - arenítico, dotados de inúmeros fósseis e o Grupo Barreiras, de caráter argilo - arenoso, ocorrendo praticamente ao longo de toda a costa, excetuando-se os locais onde os rios deságuam, pelo processo de erosão destes. Cretáceo são provenientes deste período, a formação Gramame, constituída basicamente de calcários cinzentos, com intercalações de margas e argilas bastantes fossilíferas e, os arenitos das formações Beberibe e Itamaracá, cuja ocorrência se dá ao norte da RMR... Ao Sul, também fazendo deste período, ocorre à faixa vulcano - sedimentar da região Cabo, constituída por rochas vulcânicas, plutônicas e sedimentares (conglomeradas, siltitos e arcósios). Pré-Cambriano, as rochas correspondentes a esta Era ocorrem a Oeste da RMR, e são formadas basicamente por rochas metamórficas (Gnaisses diversos e Migmatitos) e rochas plutônicas constituídas de Granitos e Granodionitos, sendo estes últimos localizados ao sul de Jaboatão dos Guararapes e Moreno (CPRH, 1994, p.12).

A RMR tem cerca de ¾ de seu território constituído por relevos movimentados, genericamente denominados morros, cujas encostas constituem a unidade que apresenta maior suscetibilidade quando ocupada. Os territórios situados nas áreas de planícies, possuem elevado valor e interesse mobiliário, restando às áreas de morros como espaço territorial de expansão para moradia do segmento social menos abastado da sociedade (ALHEIROS et al., 2003).

d) Hidrografia

De acordo com Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM, 2009), a RMR possui uma linha de costa de aproximadamente de 117 km, nos quais se destaca a presença de 16 bacias hidrográficas, 09 estuários e manguezais. Quanto aos recursos hídricos, ressaltam-se as barragens de Tapacurá (município de São Lourenço da Mata), Duas Unas (município de Jaboatão dos Guararapes) e Pirapama (município do Cabo de Santo Agostinho).

Na área da RMR encontram-se os estuários (quase sempre partilhados por dois ou mais rios) de algumas bacias fluviais de grande extensão, como é o caso dos rios Capibaribe, Ipojuca e Pirapama e de um conjunto de pequenas bacias praticamente contidas nos limites da RMR, como as dos Rios Jaguaribe, Botafogo, Igarassu, Timbó, Paratibe, Beberibe, Tejipió, Jaboatão, Massangana, Merepe e Maracaípe. Na RMR esses rios são perenes, com vales abertos, meandrantes na planície e apresentam vazões relativamente baixas, à exceção do Capibaribe, do Pirapama e do Ipojuca (ALHEIROS, 1998).

e) Vegetação

Na RMR a vegetação identificada, está relacionada pela seguinte composição: Formações Litorâneas e Floresta Subperenifólia, cada uma delas com sua flora própria e caracterização fisionômica bem definida (JATOBÁ, 2009).

-*Formações Litorâneas*

São fortemente influenciadas pelas características do solo. Elas compreendem os manguezais, as matas de restingas e formações de praias.

- Manguezais: Os manguezais são um tipo de floresta de regiões alagadas litorâneas, na desembocadura dos rios, sujeitas aos afluxos e refluxos das marés. A maior concentração dos manguezais, em Pernambuco, ocorria no litoral norte, onde uma rede

de canais e rios penetra pelo continente, em áreas de planície costeira. Assim, essas formações vegetais se dispõem numa faixa de contato da água salgada oceânica com a água doce dos rios. As espécies vegetais dos manguezais têm características necessárias à adaptação ao ambiente referido, como por exemplo, raízes suportes, que agem como escoras no terreno frouxo e lamacento dos estuários.

- Matas de Restingas - se instalavam em solos arenosos desenvolvidos numa feição do relevo denominada restinga, ou seja, um depósito arenoso litorâneo, em geral disposto paralelamente à costa. Essa formação se compõe de arbustos e vegetação rasteira. Originalmente, as matas de restingas estavam dispostas, numa faixa de largura variável, entre a praia,os morros e tabuleiros sedimentares do Grupo Barreiras.
- Formações de Praias - Correspondem a uma vegetação rasteira, encontrada disposta sobre os solos arenosos das áreas de praias. Nas áreas litorâneas mais urbanizadas, essa vegetação foi praticamente destruída. Contudo, tal vegetação exerce um papel importante em áreas de praias arenosas, pois evita que haja uma migração rápida dos sedimentos arenosos durante os meses do ano mais secos e com ventos mais fortes. No bairro do Pina, na capital pernambucana, há anos em que a migração de areia, nos meses de julho e agosto, é fortee traz transtornos diversos para a população. Esse processo de deposição de sedimento acelerado se deve, sobretudo, à destruição das formações vegetais da praia.

- *Floresta Subperenifólia*

Trata-se de uma formação vegetal floresta densa, composta de árvores de grande porte, heteróclita (espécies arbóreas muito variadas), com folhas largas (latifoliadas), além de um grande número de epífitas. Essa floresta aparece, em Pernambuco, nas áreas de climas quentes e úmidos, do tipo As', segundo a classificação de Köppen. Essa floresta, que atualmente se encontra sob intenso processo de destruição, é uma das 25 prioridades mundiais para a conservação da biodiversidade.

A seguir, serão descritos os procedimentos que foram seguidos para a realização da pesquisa. Por meio de determinadas estratégias que foram seguidas abaixo, buscou-se evitar procedimentos difíceis de serem seguidos e proporcione do entendimento de todo o processo, desta forma, possa-se aprimorar o conhecimento e a construção de uma atitude aprendente.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se como sendo exploratória e descritiva. As "pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses" (GIL, 2002, p.41).

A pesquisa, nesse caso, também é descritiva porque procura descrever a realidade de uma grande parcela da população e aos espaços geográficos mais vulneráveis ou os mais fortemente afetados pelos desastres. Em geral, em função das desigualdades sociais, resta como alternativa, quase sempre, para esta população a ocupação de áreas inadequadas para residência, geralmente, descartadas pelos especuladores do capital em terras urbanas.

De acordo com Bezerra (2012), todo trabalho científico deve estar baseado em estratégias e técnicas de pesquisas bem delimitadas, de modo que o pesquisador saiba exatamente onde cada passo poderá levá-lo. Isso não quer dizer que, ao longo do percurso, o pesquisador não tenha que enfrentar obstáculos que o façam redirecionar seus passos e adotar diferentes táticas de investigação.

As repercussões dos desastres, associados aos eventos de chuvas na RMR, se repetem, reverberando das mais variadas formas, dentre elas a deflagração de uma série de deslizamentos de terras, inundações e alagamentos sendo que a população que mais sofre é aquela com menor poder aquisitivo, logo, a população mais vulnerável aos desastres. Dessarte, a gestão de riscos aos desastres surge como uma tentativa de minimizar os danos sofridos pela sociedade, para isso, é fundamental uma ação resposta efetiva: a ação da Defesa Civil de cada município em conjunto com os gestores estaduais e planejadores das áreas urbanas.

A gestão de riscos aos desastres na RMR precisa ser continuada tanto no período de inverno mais severos, quando os acidentes em encostas são mais frequentes, quanto nos períodos de normalidade. É ir mais além, é não se restringir em ações de socorro emergencial e que são cessadas logo após o término das chuvas, por exemplo.

Para a realização da pesquisa, buscou-se a coleta de dados primários, utilizando-se da constituição dos seguintes instrumentos: o registro fotográfico por meio da observação direta (pesquisa de campo). Fruto da observação ao longo destes anos, ir a cada local em que houve queda de barreira, casas destruídas, ruas interditadas,possibilitou enxergar a vida de outra forma: a valorizar e respeitar ainda mais a dor do próximo e compreender que cada ser humano merece uma vida digna. O registro fotográfico teve o intuitode retratar, ao máximo possível, os impactos sociais, econômicos e ambientais.

Fez-se o uso do receptor GPS para a coleta da coordenada geográfica de cada local visitado, bem como o uso da caderneta de campo com trechos escritos decerto de cada fenômeno do espaço. Posteriormente, os dados obtidos em campo auxiliaram na obtenção de elementos para que os objetivos propostos na pesquisa pudessem ser alcançados.

No que tange às fontes secundárias, foi realizado o levantamento bibliográfico sendo utilizadas matérias e fotografias oriundas dos jornais locais, como por exemplo, o G1/Pernambuco, Diário de Pernambuco e Jornal do Commercio. Além disso, priorizou-se a pesquisa de documentos, relatórios, artigos, consulta em site eletrônicos especializados e a busca de dados de chuvas na da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Os dados de desastres foram fornecidos pela Coordenadoria de Defesa Civil do Estado de Pernambuco (CODECIPE), através de pesquisa na plataforma web do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) e os dados de vulnerabilidade foram obtidos tidos através do sistema Banco de Dados do Estado (BDE), da CONDEPE/FIDEM.

Para fins didáticos do entendimento de todo conjunto das ações, no que diz respeito à escolha das técnicas utilizadas na investigação, do ponto de vista do percurso metodológico, é possível se referir às seguintes ações adotadas na pesquisa: a) Identificação do Índice Mensal e a Variabilidade Interanual das Chuvas; b) Avaliação dos Impactos Socioeconômicos e Ambientais; c) A gestão de riscos de desastres; d) Mapeamento do índice de vulnerabilidade e; e) Indicação de um Sistema de Alerta de chuvas.

a) Identificação do Índice Mensal e a Variabilidade Interanual das Chuvas

Em termos de procedimento metodológico foi imprescindível a consulta aos dados pluviométricos da APAC que consistem em uma série mensal da precipitação, referente às estações pluviométricas situadas nos 15 municípios da Região Metropolitana, sobre o monitoramento da APAC (Quadro 4). A disponibilização dos dados históricos pluviométricos do Estado de Pernambuco pode ser acessada por qualquer pessoa (usuário) diretamente no site eletrônico da APAC.

Destarte, o usuário, no site da APAC, obtém informações na seção de meteorologia, clicando na opção“monitoramento pluviométrico”onde estão disponibilizados boletins pluviométricos referentes há meses, anos e até mesmo décadas. Sem dúvida alguma, é comodidade e facilidade de acesso às informações pluviométricas para aqueles que buscam o conhecimento e familiaridade no que diz respeito ao regime de chuvas do espaço geográfico pernambucano.

Quadro 4 - Relação dos postos pluviométricos nos municípios da RMR

Código / Posto	Ano / Inicial	Ano / Final	Falhas (Valores ausentes)
198 - Abreu e Lima	1994	2020	Houve falhas, os anos de 1994 e 1998 que tiveram alguns meses sem o preenchimento do quantitativo de chuva pelo posto.
309 - Araçoiaba (Granja Cristo Redentor)	2005	2020	Houve falhas (ausência dos anos de 2010 a 2012).
112 - Cabo; 301 - Cabo; 398 - Cabo (Algodais); 490 - Cabo (Barragem de Gurjaú); 491 - Cabo (Barragem de Suape); 603 - Cabo (Pirapama)	1963	2020	Houve Falhas (ausência dos anos de 1988 a 1992).
201 – Camaragibe	1995	2020	Houve Falha (ausência do ano de 1996).
28 - Goiana (Itapirema- IPA); 130 - Goiana; 400 - Goiana (Itapirema); 415 - Goiana (Usina Maravilha); 450 - Goiana (Itapirema); 487 - Goiana (PCD).	1963	2020	Houve Falhas (ausência dos anos de 1971 a 1978 e; 1986 a 1992).
100 – Igarassu	1963	2020	Houve Falha (ausência dos anos de 1976 a 1978 e; 1988).
29 - Ipojuca (Porto de Galinhas - IPA); 387 - Ipojuca	1995	2020	Houve falhas, no ano de 2006 alguns meses sem o preenchimento do quantitativo de chuva pelo posto.
524 – Itamaracá	2001	2020	Houve Falha (alguns meses sem o preenchimento do quantitativo de chuvas em 2001).
520 – Itapissuma	2001	2020	Houve Falha (alguns meses sem o preenchimento do quantitativo de chuvas em 2001).
202 - Jaboatão dos Guararapes; 604 - Jaboatão (Cidade da Copa) - PCD	1995	2020	Houve falhas, os anos de 2001 e 2006 que tiveram alguns meses sem o preenchimento do quantitativo de chuva pelo posto.
205 – Moreno	1967	2020	Houve Falha (ausências dos anos de 1991 a 1994, 1996 e; 2004 a 2012).
199 – Olinda	1994	2020	Houve falhas, os anos de 1994 e 1998 que tiveram alguns meses sem o preenchimento do quantitativo de chuva pelo posto.
451 – Paulista	1999	2020	Houve falhas, os anos de 1999 que tiveram alguns meses sem. o preenchimento do quantitativo de chuva pelo posto
30 - Recife (Várzea); 307 - Recife (Caxangá)	1961	2020	Houve falhas (ausência dos anos de 1986 a 1992).
129 - São Lourenço da Mata; 267 - São Lourenço da Mata (Tapacurá); 363 - São Lourenço da Mata (Engenho Belo Rosa); 476 - São Lourenço da Mata (Tiuma)	1961	2020	Houve falhas, os anos de 1962, 1964, 1965, 1966, 1967, 1993 alguns meses sem o preenchimento do quantitativo de chuva pelo posto.

Fonte: APAC (1961/2020) / Organizado pelo autor.

É importante ressaltar que os dados da precipitação foram adotados na seguinte escala temporal: início (01.01.1961) e fim da consulta (31.12.2020), ou seja, mais do que trinta anos, escala temporal recomendada por estudiosos da climatologia, pois, alguns conceitos internalizados dão conta de uma série de dados num período de 30 a 35 anos.Para análise da chuva mensal, fez-se uso dos dados fornecidos pela APAC, sendo adotada a série histórica de 1961 a 2020 dos 15 municípios que compõem a RMR, contemplando um período de coleta acima de 30 anos. Entretanto, a expectativa seria de se esperar o registro dessas ocorrências na referida escala temporal adotada dos episódios de chuvas mensais.

Assim, no processamento da coleta de dados, verificou-se que havia dados faltosos para alguns anos dos totais mensais pluviométricos. Os dados foram tabulados em planilha eletrônica (Excel) e foi dado início ao preenchimento de falhas das estações. Para isto, utilizou-se de informações de estações pluviométricas próximas, com características de localização (altitude, latitude) semelhantes, para o preenchimento das lacunas existentes no posto receptor. Com isso, procurou-se evitar a utilização de valores médios, pois há grande probabilidade de que o comportamento pluviométrico tenha sido homólogo entre os dois pontos.

É importante destacar que não foi possível realizar o preenchimento total da série de dados nas estações referente aos 15 municípios da RMR, conforme Quadro 4. Feito o preenchimento parcial e análise das informações, foi realizado o tratamento estatístico de cada posto pluviométrico selecionado para o cálculo da climatologia mensal e da variabilidade interanual da precipitação pluviométrica. Concomitantemente a este processo, foram elaborados gráficos representativos dos tais mensais do período e da variabilidade interanual.

b) Avaliação dos Impactos Socioeconômicos e Ambientais

Após a classificação da intensidade da precipitação, avaliaram-se os impactos sociais, ambientais e econômicos associados aos desastres decorrentes das chuvas, a partir dos dados levantados desde os órgãos públicos aos jornais. Cabe ressaltar que, em relação aos dados de desastres, há ainda poucas informações.

No que concerne aos dados de desastres, foram obtidas informações anuais sobre a ocorrência relacionadas aos mortos, feridos, enfermos, desaparecidos, desabrigados, desalojados e quantidade de residências afetadas (destruídas e danificadas) dos municípios da área metropolitana sendo fornecidas pela Coordenadoria de Defesa Civil do Estado de Pernambuco (CODECIPE) e através de pesquisa na plataforma web do S2iD; trata-se de um

banco de dados que integra diversos produtos da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), estando vinculado ao Ministério da Integração Nacional.

c) Recomendações para uma gestão de riscos a desastres

Para a concepção de uma gestão de riscos a desastres associados aos eventos de chuvas na RMR, de que trata este estudo, foi pesquisadae adaptadaa experiência na sua realidade específica, da Defesa Civil (CODESAL) da cidade de Salvador no Estado da Bahia quanto a diversas ações quanto à gestão de risco de desastres. Além disso, foi utilizado o glossário da Estratégia Internacional para Redução de Desastres da Organização das Nações Unidas (EIRD/ONU, 2009), bem como o livro-base "Noções Básicas em Proteção e Defesa Civil e em Gestão de Riscos" do Ministério da Integração Nacional.

d) Mapeamento do índice de vulnerabilidade

Para determinar o índice de vulnerabilidade a desastre associado às chuvas foi utilizada a equação de Risco Meira (3 e 4) (SOUZA et al. 2015), que é função dos desastres associados às variações climáticas e a vulnerabilidade socioeconômica e ambiental, a partir das Equações: $R=\frac{P(DD+RM+PT=H)}{IDH}$ (3)

$$V=DD+RM+PT+H \quad (4)$$

Em que, R: risco a desastre; P: perigo, expresso pelo número de desastres registrados em função das variabilidades climáticas (desastres associados às chuvas e as secas); DD: densidade demográfica, que é obtido a partir da razão entre a população residente total e a área da cidade (hab/km²); RM: renda percapita média; PT: população total existente; H: condições de habitabilidade, e o acesso das pessoas a serviços básicos nas cidades; IDH: índice de desenvolvimento humano, obtido pela média aritmética de três subíndices, referentes às dimensões Longevidade (IDH-L), Educação (IDH-E) e Renda (IDH-R). Os dados das variáveis DD, RM, PT e IDH correspondem ao censo de 2010 do IBGE, e os registros de desastres foram obtidos por meio do Ministério da Integração Nacional.

No que concerne à geração dos mapasdo índice de vulnerabilidade, foram tratados com o software ArcGis 10.2.2, tornando-se possível a formulação dos mapas que auxiliaram bastante na visualização dos dados e conhecimento da área estudada. Além disso, os dados foram obtidos através do BDE, da CONDEPE/FIDEM, órgão oficial de estatística, tratando-se de uma valiosa fonte de informações para estudo e conhecimento da realidade do Estado de

Pernambuco. A base contém dados nas áreas econômica, social, física, política e administrativa, tendo como fonte de informações do IBGE. Foram adotadas quatro classes: baixa, média, alta e muito alta, definidas pelo método do Desvio Quartílico, conforme Ramos e Sanchez (2000).

Os dados das variáveis da distribuição da população, da densidade demográfica, rendimento médio mensal, número de salários, rede de esgoto geral por domicílios, abastecimento de água, destino do lixo coletado, destino do lixo não coletado na RMR e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) utilizados para o cálculo da vulnerabilidade e da resposta, por municípios, foram obtidos na página eletrônica do BDE.

e) Indicação de um Sistema de Alerta de chuvas

Com relação ao gerenciamento de risco a desastres, este trabalho objetivou a importância da prevenção, especificamente no que concerne um sistema de alerta de chuvas para adoção de medidas de redução dos impactos associados aos desastres.Assim, indicou-se um Sistema de Alerta de Chuvas com riscos a desastres para RMR, tendo como base a adaptação da metodologia desenvolvida por Souza (2011) no assunto em tela, com a finalidade de emitir um alerta meteorológico para as chuvas capazes de gerar escorregamentos, alagamentos e inundações.A partir das considerações postas sobre os procedimentos metodológicos, é possível apresentar um esquema síntese, conforme Quadro 5, quanto aos métodos e técnicas desenvolvidas na pesquisa, a seguir.

Quadro 5 - Síntese dos procedimentos metodológicos

Objetivos	**Etapa**	**Fonte**
Identificação do Índice Mensal e a Variabilidade Interanual das Chuvas	Uso dos dados pluviométricos da APAC	APAC (1961/2020)
Avaliação dos Impactos Socioeconômicos e Ambientais	Uso dos dados de desastres relacionados (desabrigados; desalojados; edificações destruídas e; óbitos)	CODECIPE (1961/2020) S2iD (1961/2020)
Recomendações para uma gestão de riscos a desastres	Ações quanto à gestão de risco de desastres para cidade de Salvador	CODESAL (2021); EIRD/ONU (2009); BRASIL (2020)
Mapeamento do índice de vulnerabilidade	Uso do software ArcGis 10.2.2	IBGE (2010); SOUZA et al. (2015); RAMOS; SANCHEZ (2000)
Indicação de um Sistema de Alerta de chuvas	Adaptação de alerta de chuva desenvolvido para cidade do Recife	SOUZA (2011)

Fonte: O autor (2021).

As junções destas ações colaboraram para o desenvolvimento de recomendações para uma gestão de riscos a desastres associados aos eventos de chuvas na RMR, pela inter-relação de cada aspecto abordado, o que serviu para a expansão paulatina ao item a seguir e incorporada à discussão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

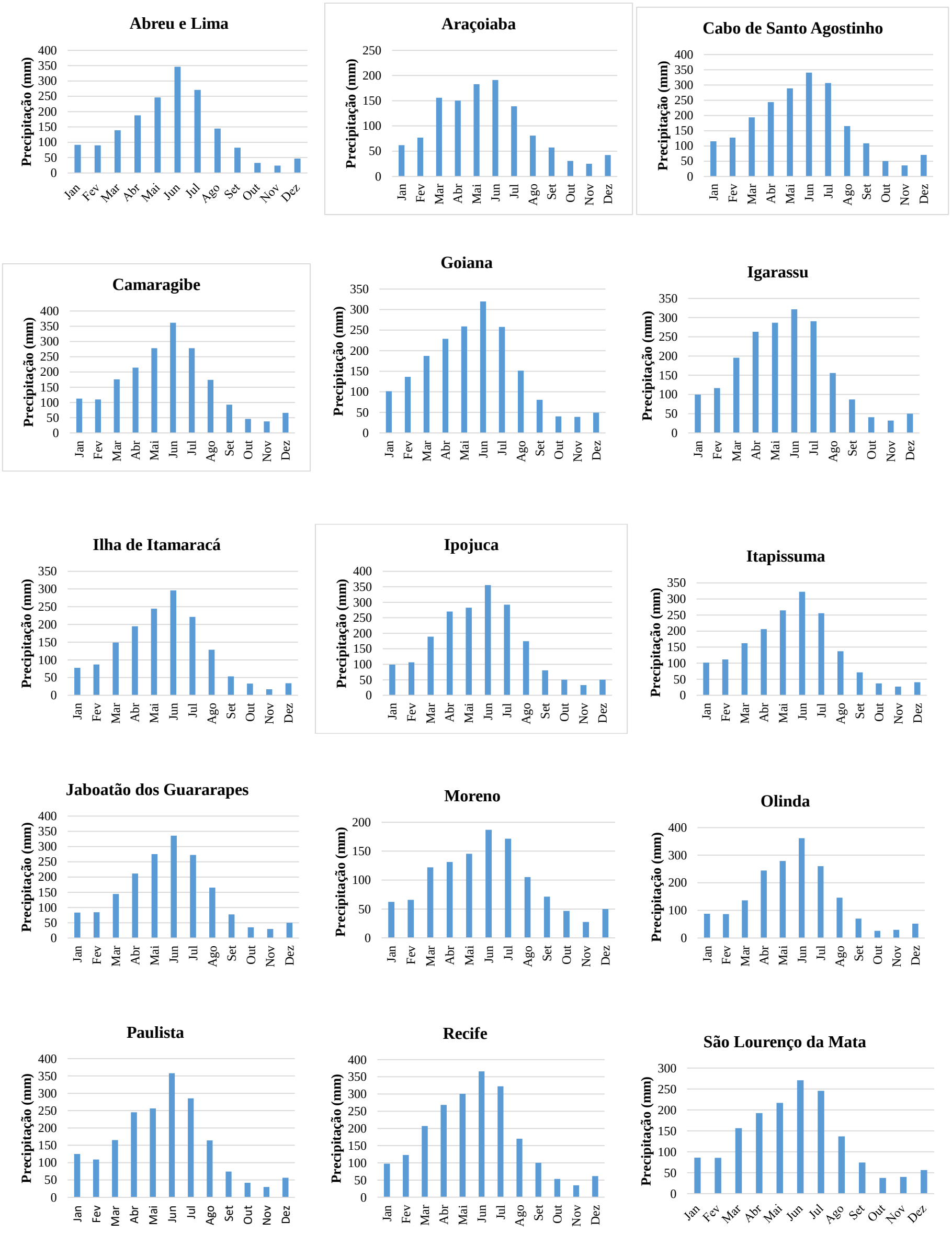
Os resultados obtidos do tratamento dos dados dos dados pluviométricos da APAC, do Censo Demográfico de 2010 do IBGE, dados de desastres fornecidos pela CODECIPE e através de pesquisa na plataforma web do S2iD, proporcionam uma série de possibilidades de interpretação. Optou-se por fazer uma correlação da quantidade de chuvas em cada período do ano com a incidência dos desastres, bem como a discussão sobre as características gerais da ocupação do território por parte da população, cujos resultados poderão ser utilizados para o desenvolvimento de políticas públicas futuras nos municípios que compõem a RMR.

4.1 COMPORTAMENTO MENSAL DAS CHUVAS

A distribuição das chuvas dos postos pluviométricos de cada município que compõem a RMR está comprometida com as características da sazonalidade típica dos climas tropicais continentais. De modo geral, o regime pluviométrico, na área em apreço, apresenta uma estação chuvosa, que se inicia em março e se estende até agosto, onde acontecem os maiores índices pluviométricos.

Deve-se considerar que, um fator importante na análise do comportamento mensal das chuvas é ressaltado quando se considera um dia de chuva em termos de milímetros, bem como a sua devida classe, para os autores Souza, Azevedo e Araújo (2012), definiram o limiar considerando um dia de chuva, quando a precipitação for maior ou igual a 2 mm e utilizando a técnica dos quantis, os mencionados autores, dividiram a precipitação diária nas seguintes classes: Dia Seco (DS): $P < 2,2$; Chuva muito fraca (Cmf): $2,2 \leq P < 4,2$; Chuva fraca (Cf): $4,2 \leq P < 8,4$; Chuva Moderada (CM): $8,4 \leq P < 18,6$; Chuva Forte (CF): $18,6 \leq P < 55,3$; Chuva Muito Forte (CMF): $P \geq 55,3$.Assim, pela cidade do Recife por fazer parte com as demais, compondoa sua Região Metropolitana, por possuírem sistemas meteorológicos em comum e por sua localização na Zona Intertropical, para efeito de análise climatológica, foi adotada a mesma convenção acima de que um dia de chuva, quando a precipitação for maior ou igual a 2mm. A Figura 12 indica às precipitações pluviométricas ocorridas nos anos de 01/01/1961 a 31/12/2020 sobre os municípios da RMR.

Figura 12 - Climatologia mensal da precipitação pluviométrica para a Região Metropolitana do Recife



Fonte: Gráficos elaborados pelo autor. Fonte dos Dados da APAC (1961 a 2020).

Na Figura 12, verificou-se que as maiores frequências mensais, dentro da categoria Chuva Forte e Chuva Muito Forte, são observadas no período deabril a julho, revelando que nesses meses observam-se os maiores desastres na RMR. Convém apontar o trimestre maio, junho e julho que, de forma geral, são os meses de maior ocorrência de deslizamentos, coincidindo com os meses mais chuvosos. Também é oportuno mencionar que o período de março a agosto, apresentaram pelo menos um mês com chuvas acima de 150 mm, sendo junho onde se observaram os maiores recordes de precipitação mensal.

De acordo com a Figura 12, o trimestre de outubro, novembro e dezembro, ou seja, no período da primavera no hemisfério sul, ocorrem as menores precipitações na Região Metropolitana do Recife. A quadra chuvosa é observada durante os meses de abril, maio, junho e julho, no caso específico da capital pernambucana, a precipitação total média anual que é de 2.104,23 mm. As chuvas neste período são devidas principalmente pelos Distúrbios Ondulatórios de Leste.

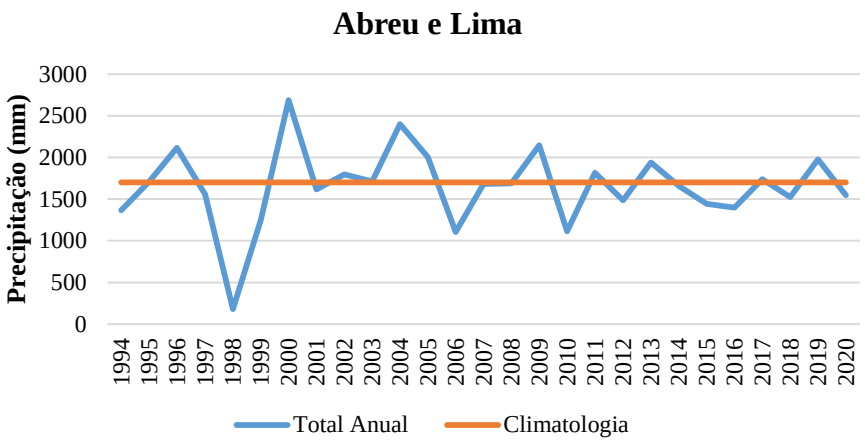
Para se compreender melhor a dimensão no que tange às precipitações pluviométricas sobre os municípios da RMR, do ponto de vista da variabilidade climática interanual, haja vista que as alterações dos índices de chuvas, bem como os maiores acumulados ou eventos críticos de precipitação estão relacionados aos desastres.

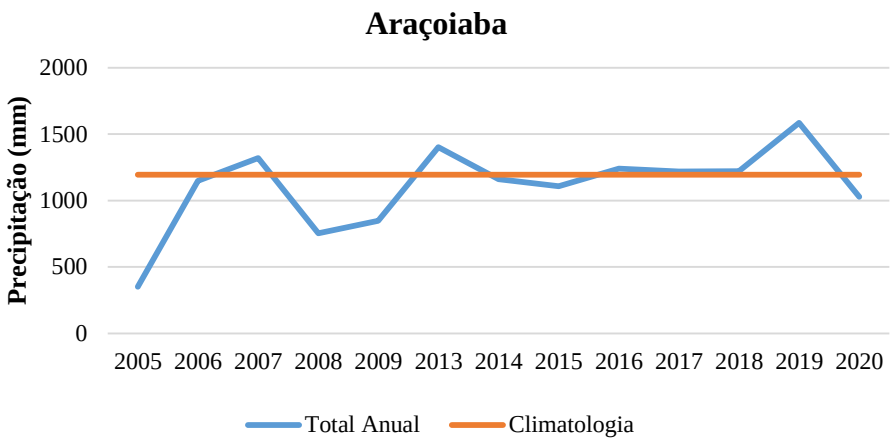
4.2 VARIABILIDADE INTERANUAL DA PRECIPITAÇÃO

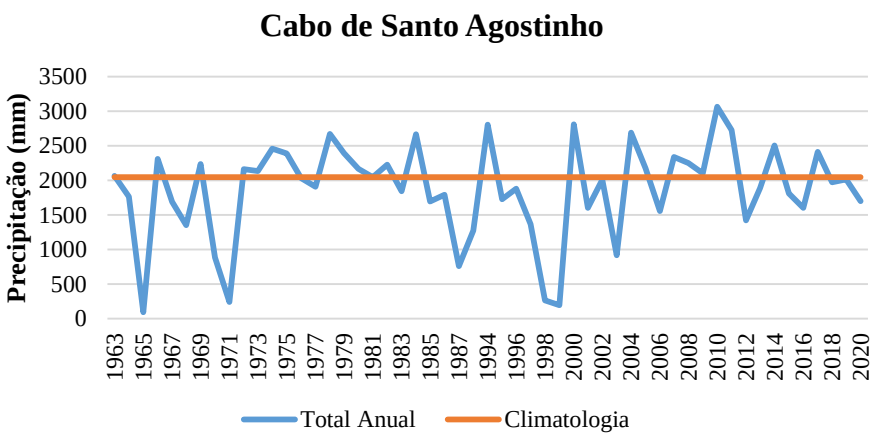
As informações destacadas na Figura 13 mostram a evolução temporal da precipitação anual e climatologia, com desvios padrões negativos e positivos em relação ao desvio da regularidade, para mais ou para menos, entre anos de 1961 a 2020. A priori, cabe ressaltar que a variabilidade da precipitação sobre a Região Metropolitana do Recife, acarreta irregularidade na distribuição espaço-temporal das chuvas, e afeta profundamente as condições socioeconômicas dos municípios.

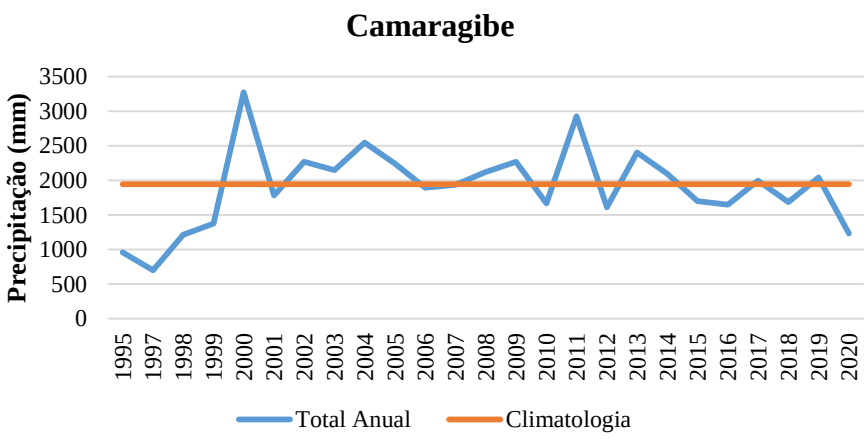
O levantamento demonstrou que, ao longo do espaço-tempo na RMR, as décadas de 1960, 1970 e 1980 foram mais chuvosas, tendo um ano extremamente chuvosoem 1986. A década de 1990 apresentou maior frequência de anos normais a muito secos, com destaque nos anos de 1993, 1998, trazendo consequências queafetaramos reservatórios e, consequentemente, o abastecimento de água encanada para a população da RMR e, no ano de 2001, a estiagem prolongada tornou-se preocupante devido à crise energética no país,a falta deplanejamento e ausência de investimentos no setor.

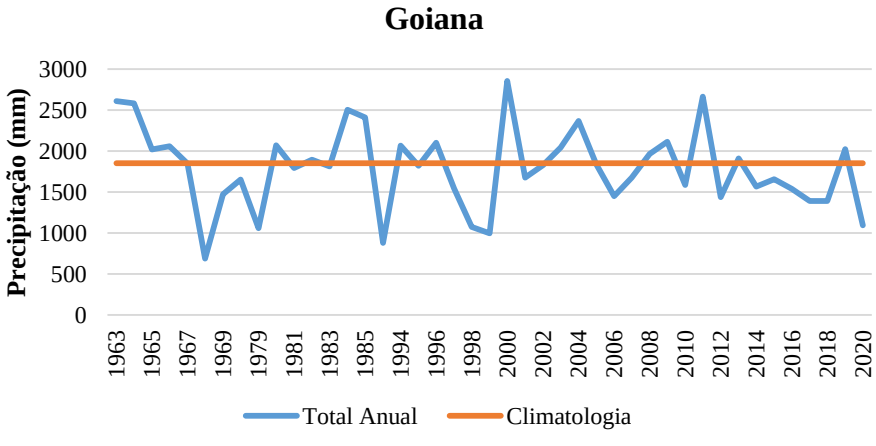
Figura 13 - Variabilidade interanual da precipitação pluviométrica para RMR

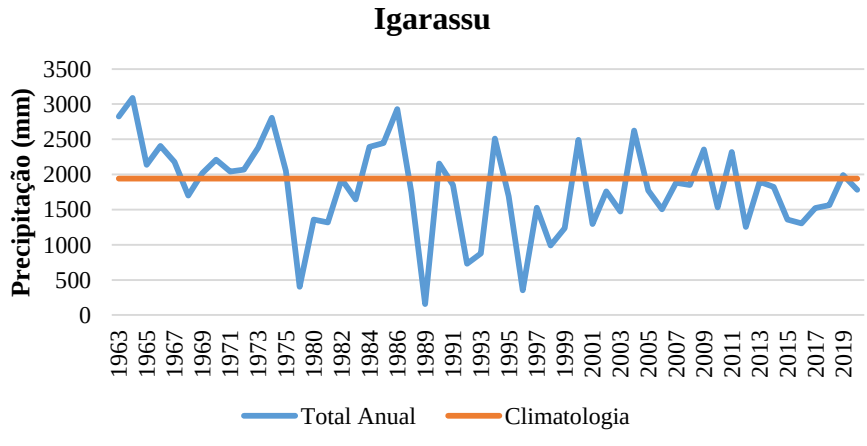


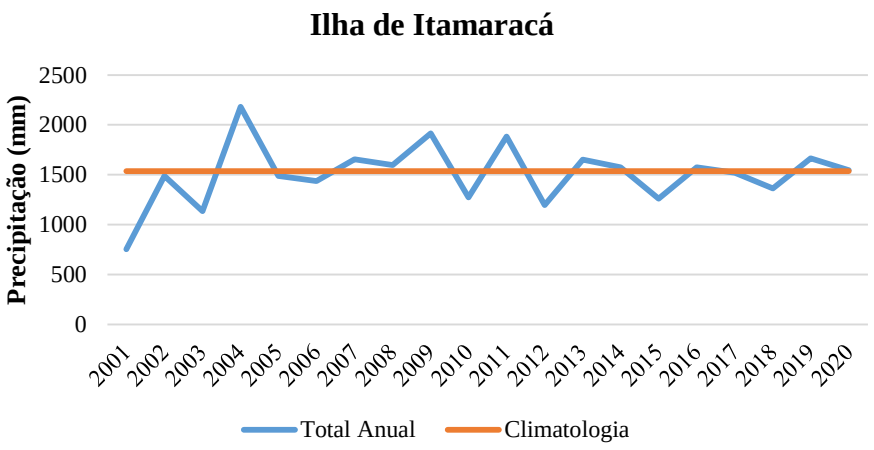


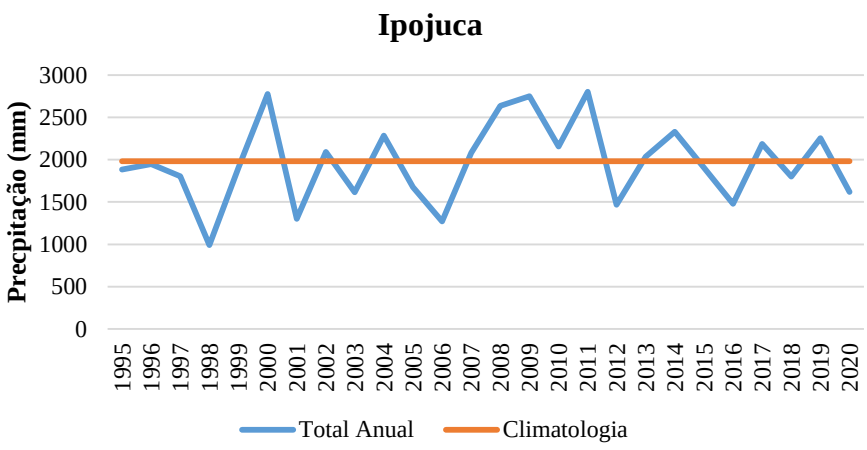


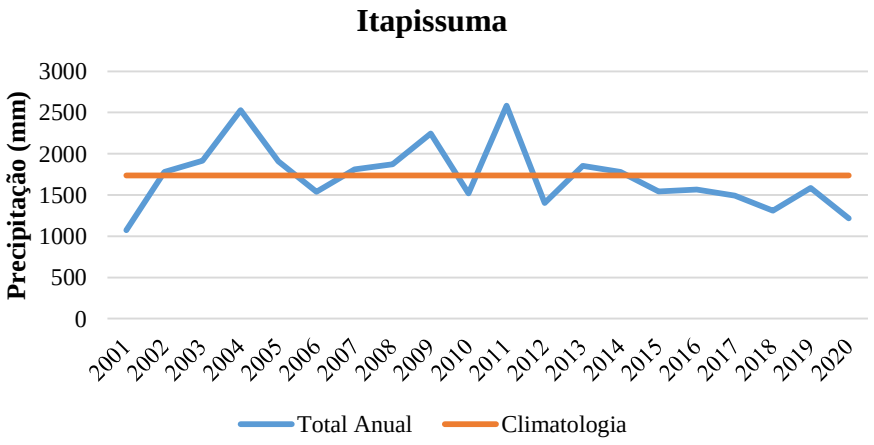


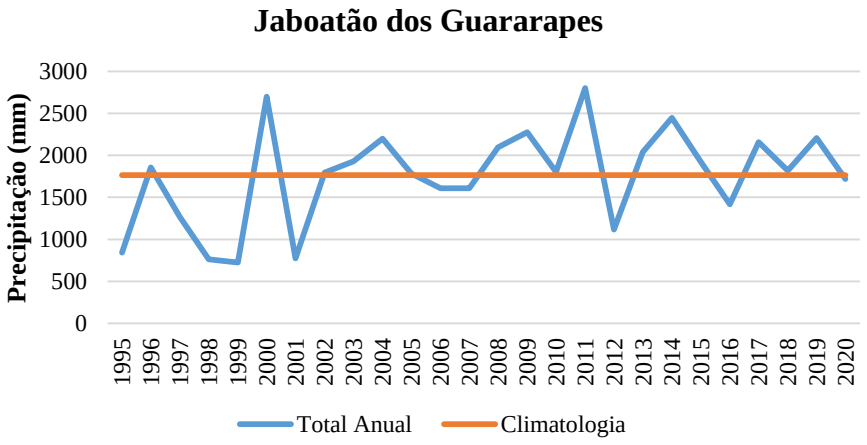


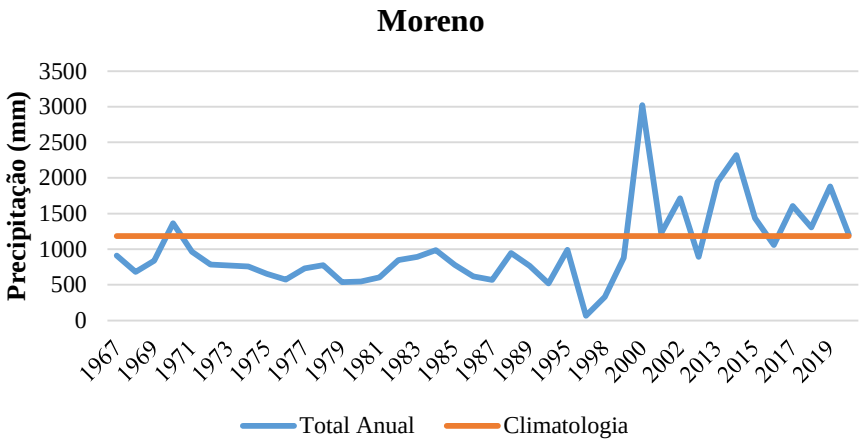


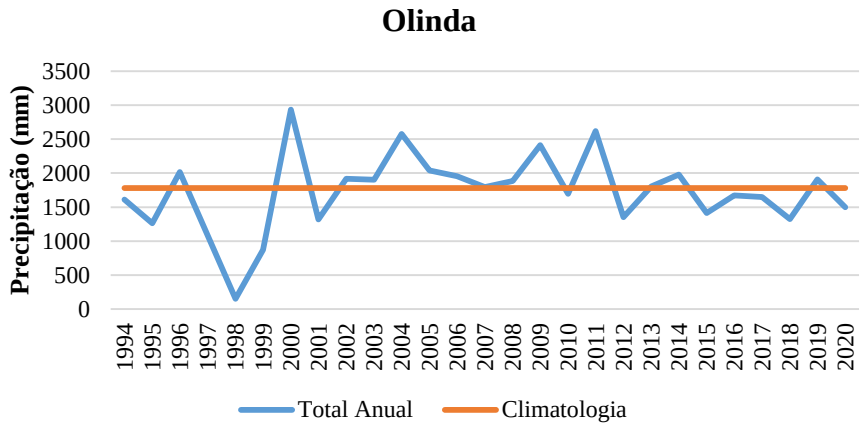


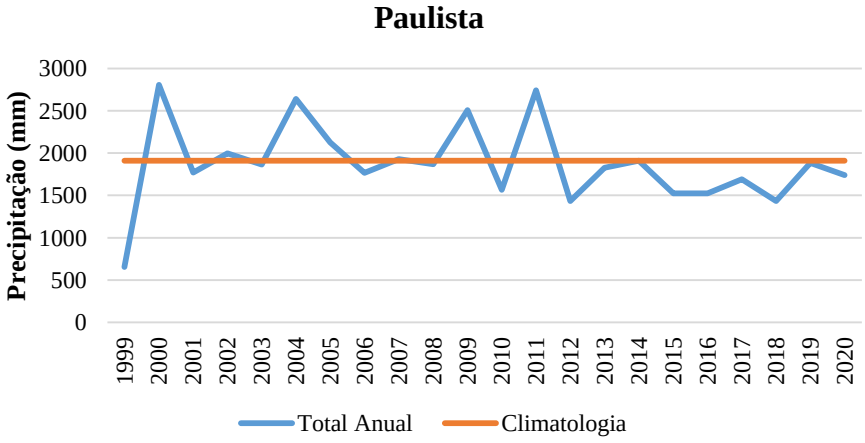


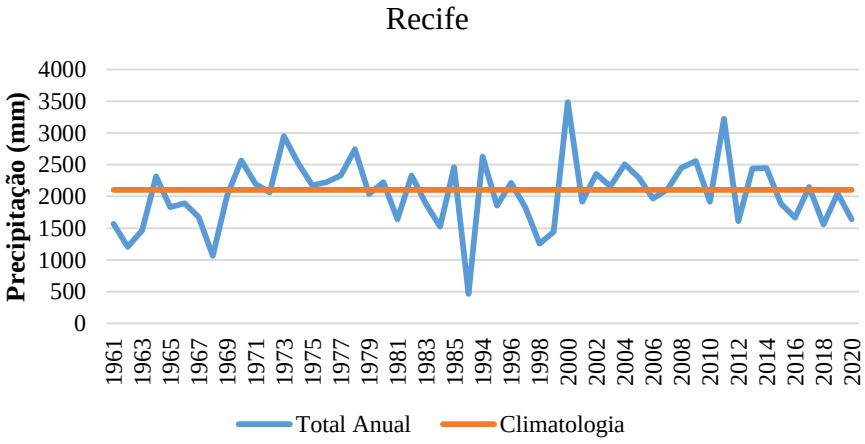


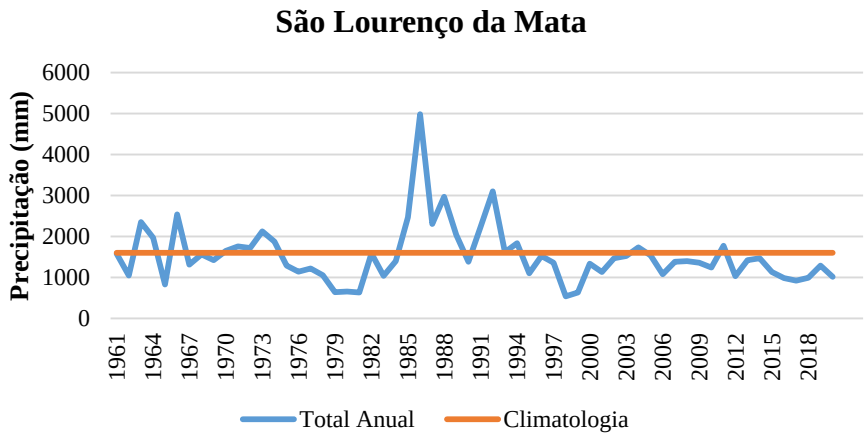












Fonte: Gráficos elaborados pelo autor. Fonte dos Dados da APAC (1961 a 2020).

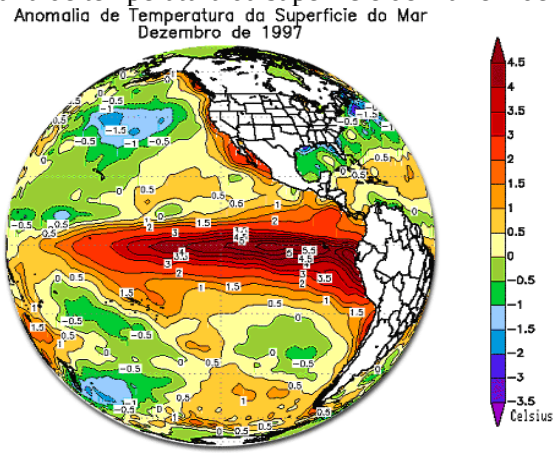
É relevante destacar a influência das anomalias térmicas (temperatura da água) do oceano Atlântico tropical na variabilidade da precipitação nosmunicípios da RMR e, consequentemente, sobre a região Nordeste do Brasil. Neste sentido, Aragão (1998) ressalta que:

> Também existe outro fenômeno oceano-atmosférico conhecido como Dipolo do Atlântico que causa variação de precipitação no Nordeste do Brasil e na África. O Dipolo do Atlântico é uma mudança anômala na temperatura da água do mar no Oceano Atlântico Tropical. Esse fenômeno muda a circulação meridional da atmosfera (Hadley) e inibe ou aumenta a formação de nuvens sobre o Nordeste do Brasil e alguns países da África, diminuindo ou aumentando a precipitação. Quando as águas do Atlântico Tropical Norte estão mais quentes e as águas do Atlântico Equatorial e Tropical Sul estão mais frias, existem movimentos descendentes anômalos sobre o Nordeste do Brasil e alguns países da África Ocidental, inibindo a formação de nuvens e diminuindo a precipitação, podendo causar secas. Por outro lado, quando as águas do Atlântico Tropical Norte estão mais frias e as águas do Atlântico Tropical Sul estão mais quentes, existem movimentos ascendentes anômalos sobre o Nordeste do Brasil e países da África Ocidental, acelerando a formação de nuvens e aumentando a precipitação e provocando enchentes, em muitas ocasiões (ARAGÃO, 1998, p. 841).

Moura et al. (2009) ao correlacionar as precipitações (março a julho) do período chuvoso de um grupo de postos homogêneos do setor Leste do Nordeste do Brasil (NEB)com Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar (ATSM) dos Oceanos Atlântico e Pacífico, constataram a influência do Atlântico e Pacífico sobre as chuvas do setor leste, sendo que a correlação do Atlântico é maior, indicando que anomalias positivas de TSMno Atlântico Tropical sul cooperam emprecipitações acima da média, enquanto anomalias positivas de TSM no Pacífico inibem a precipitação na região estudada.

Duarte, Nóbrega e Coutinho (2015) realizaram uma análise do comportamento pluviométrico do município do Ipojuca por meio de uma série histórica de chuvas de 1941 a 2013 e constataram que, em anos de conjunção dos eventos de El Niño e da fase negativa do Dipolo do Atlântico, as chuvas mostraram-se mais concentradas, everificaram-se eventos extremos meteorológicos atuantes, principalmente no período chuvoso. Medeiros (2018) comenta dos efeitos da brisa marítima e terrestre e a influência da temperatura do mar sobre a incidência das chuvas e dias com precipitações na cidade do Recife. A Figura 14 mostra a situação observada em dezembro de 1997, no pico do fenômeno El Niño 1997/1998.

Figura 14 - Anomalia de temperatura da superfície do mar em dezembro de 1997



Fonte: Sampaio (2001).

Os tons avermelhados indicam regiões com valores acima da média e os tons azulados as regiões com valores abaixo da média climatológica. Pode-se notar a região no Pacífico Central e Oriental com valores positivos, indicando a presença do El Niño (SAMPAIO, 2001).

A década de 2000 também apresentou uma grande variabilidade interanual, apresentando três anos bastante chuvosos (2000, 2004 e 2010) e um ano extremamente seco, 2006. A seguir, é apresentado um breve resumo dos principais eventosseveros de chuvas ocorridas em determinadas áreas do Recife e em outros municípios pernambucanos (FORMATO 8 PRODUÇÕES EDITORIAIS, 2012).

- **1961**: Enchente no Recife deixa 2 mil pessoas desabrigadas.
- **1965**: Outra enchente castiga o Recife, sendo que os bairros da Caxangá, Iputinga, Zumbi e Bongi ficaram complemente inundados. Nas áreas mais próximas ao Rio Capibaribe a água cobriu o telhado das casas.
- **1966**: Mais uma enchente catastrófica atinge o Rio Capibaribe, alcançando a água 2 metros de altura, nas áreas mais baixas do Recife. No curto intervalo de tempo, toda a Avenida Caxangá foi ocupada pela água. Na capital e interior, mais de 10 mil casas (a maioria mocambos) foram destruídas e outras 30 mil sofreram danos, como paredes derrubadas. Morreram 175 pessoas e mais de 10 mil ficaram desabrigadas. O nível do Rio Capibaribe subiu 9,20 metros além do nível normal. O presidente da República, marechal Humberto de Alencar Castelo Branco, veio ao Recife verificar os danos causados.
- **1967**: A Sudene apresenta relatório de uma comissão de técnicos, constituída logo após a enchente de 1966, para encontrar soluções para o problema. O relatório sugere

a construção de barragens nos seus principais afluentes e no próprio Rio Capibaribe, que é a mesma sugestão apresentada quase um século antes pelo engenheiro José Tibúrcio.

- **1970**: Ocorrem duas enchentes em Pernambuco. Em julho, as águas atingem a zona da Mata Sul e o Agreste do Estado, por conta do transbordamento dos rios Una, Ipojuca, Formoso, Tapacurá, Pirapama, Gurjaú, Amaraji e outros. A cidade que mais sofreu foi o Cabo, que teve 04 dos seus 05 hospitais inundados e várias indústrias pararam suas atividades. No Recife, as águas da Capibaribe causaram grande destruição. Na capital e interior, 500 mil pessoas foram atingidas e 150 morreram; 1.266 casas foram destruídas em 28 cidades. Só no Recife, 50 mil pessoas ficaram desabrigadas. Em agosto, nova cheia atinge o Recife e Olinda, desta vez provocada pelo Rio Beberibe. Em Olinda, 5 mil pessoas ficaram desabrigadas e foi decretado estado de calamidade pública.
- **1973**: Um material de propaganda da Secretaria de Obras do governo do Estado anuncia, em letras garrafais, que a Barragem de Tapacurá, inaugurada naquele ano, era solução definitiva para dois graves problemas que afetavam o Recife: abastecimento de água da população e o "fim" das enchentes no Recife.
- **1974**: Nova enchente atinge o Recife. A Comissão de Defesa Civil, que tinha previsão do avanço das águas, retirou a tempo a população das áreas ribeirinhas. Em São Lourenço da Mata, uma ponte ficou parcialmente destruída e a população isolada. No município de Macaparana, 20 pessoas morreram, por conta do transbordamento do riacho Tiúma.
- **1975**: Considerada a maiorcalamidade do século, esta enchente ocorreu entre os dias 17 e 18 de julho, deixando 80% da cidade do Recife sob as águas. Outros 25 municípios da bacia do Capibaribe também foram atingidos. Morreram 107 pessoas e outras 350 mil ficaram desabrigadas.

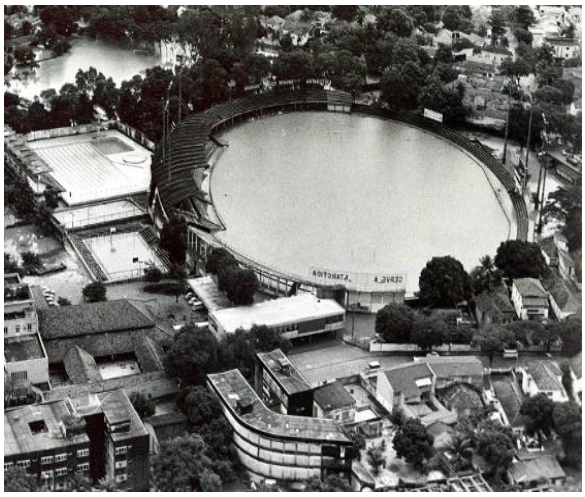
  Na capital e interior, 1.000 km de ferrovias foram destruídos, pontes desabaram, casas foram arrastadas pelas águas. Só no Recife, 31 bairros, 370 ruas e praças ficaram submersos; 40% dos postos de gasolina da cidade foram inundados; o sistema de energia elétrica foi cortado em 70% da área do município; quase todos os hospitais recifenses ficaram inundados, tendo o depósito de alimentos do Hospital Pedro II sido saqueado. Por terra, o Recife ficou isolado do resto do país durante dois dias. Na Figura 15 A, B e C, observa-se a imagem dos estádios do Arruda, Aflitos e Ilha do

Retiro, considerado os principais estádios da capital e do Estado de Pernambuco que foram inundados por conta da cheia de 1975, cujo campeonato estadual ficou comprometido.

Figura 15 A - Estádio do Arruda inundado por conta da cheia de 1975 no Recife

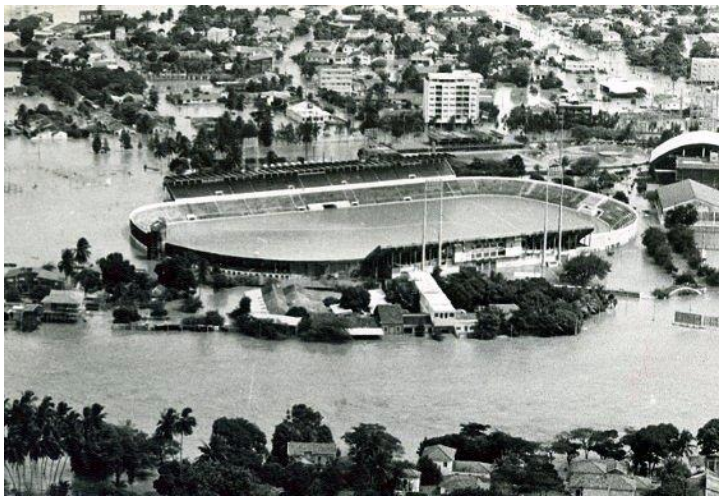
Fonte: Zirpoli (2015).

Figura 15 B - Estádio dos Aflitos inundado por conta da cheia de 1975 no Recife



Fonte: Zirpoli (2015).

Figura 15 C - Estádio da Ilha do Retiro inundado por conta da cheia de 1975 no Recife



Fonte: Zirpoli (2015).

O governador Moura Cavalcanti decretou estado de calamidade pública na capital e em 09 municípios do interior. O presidente da República, em cadeia nacional de televisão, anunciou medidas para socorrer as cidades pernambucanas atingidas. No Recife, a cheia atingiu seu ponto culminante às 04 da madrugada do dia 18.

- **1977**: Em 01 de Maio, nova enchente do Rio Capibaribe deixa 16 bairros do Recife embaixo d'água. Olinda e outras 15 cidades do interior do Estado também foram

atingidas. Mais de 15 mil pessoas ficaram desabrigadas e só não foram registradas mortes porque a população das áreas ribeirinhas foi retirada 24 horas antes. São Lourenço da Mata foi o município mais atingido. Em Limoeiro, houve desabamento de ponte.

- **1978**: Em 29 de Maio, o presidente da República, Ernesto Geisel, vem ao Recife inaugurar a Barragem de Carpina, construída para conter as enchentes do Rio Capibaribe. Com 950 metros de comprimento, 42 metros de altura, a barragem tem capacidade para armazenar 295 milhões de m3 de água e fica a maior parte do ano seca, só enchendo no período chuvoso.
- **2000**: Entre os dias 30 de julho e 01 de agosto, fortes chuvas castigaram o Estado, inclusive a Região Metropolitana do Recife, deixando um total de 22 mortos, 100 feridos e mais de 60 mil pessoas desabrigadas. Cidades foram parcialmente destruídas, tendo às águas que transbordaram dos rios levado pontes e casas.

  Os serviços de meteorologia alertaram a possibilidade de chuvas com 40 dias de antecedência, mas as autoridades governamentais deram pouca importância à previsão. As chuvas atingiram 300 milímetros em apenas três dias e só na RMR aconteceram 102 deslizamentos de barreiras. No município de Belém de Maria, com 15 mil habitantes, 450 casas foram arrastadas pelas águas.

  O centro de Palmares ficou complemente debaixo de água e em Barreiros a água atingiu o teto do hospital da cidade. Dos 33 municípios seriamente atingidos, em 16 foi decretado estado de emergência e em 17 estado de calamidade pública, entre os quais Rio Formoso, Gameleira, Belém de Maria, Goiana, Cupira e São José da Coroa Grande.

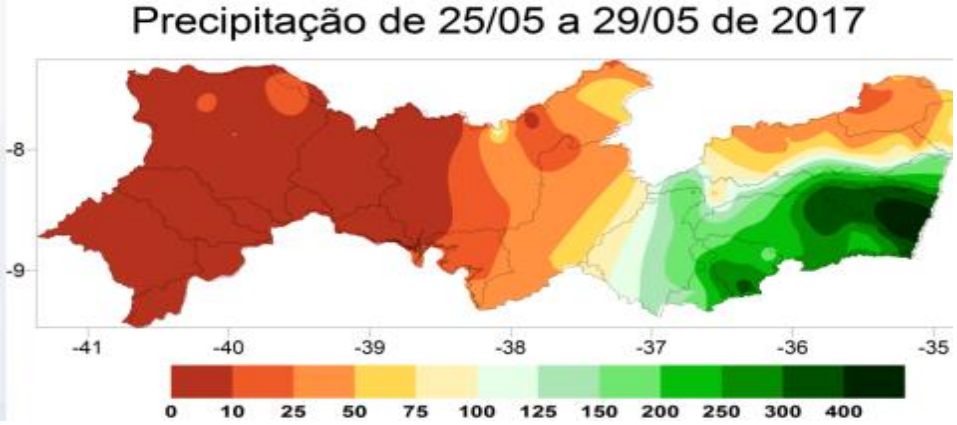
  O presidente da República, Fernando Henrique Cardoso, veio a Pernambuco observar de perto os efeitos da calamidade e, dias depois, autorizou a liberação de apenas 30% dos R$ 129 milhões que, segundo levantamento do governo do Estado, seriam os recursos emergenciais necessários para recuperação das áreas atingidas.
- **2004**: Fortes chuvas entre 08 de janeiro 02 de fevereiro de 2004 castigam todas as regiões do Estado, deixando 36 mortos e cerca de 20 mil pessoas desabrigadas. As chuvas (jamais registradas entre os dois primeiros meses do ano) foram provocadas por fenômenos atípicos (frente fria e outros) e destruíram pontes e estradas, açudes romperam, casas desabaram, populações inteiras ficaram ilhadas.

  Treze cidades ficaram em estado de calamidade pública e 76 em estado de emergência. Petrolina, no sertão do São Francisco, ficou vários dias isolada, depois

que as águas levaram a estrada de acesso à cidade. Todos os açudes e barragens do Sertão e Agreste transbordaram, inclusive a gigantesca Barragem de Jucazinho, em Surubim. De acordo com levantamento do governo estadual, os prejuízos em todo o Estado chegaram a R$ 54 milhões.

- **2005**: Entre os dias 30 de maio e 02 de junho, fortes chuvas provocaram enchentes em 25 cidades do Agreste, Zona da Mata e litoral pernambucanos, deixando 36 mortos e mais de 30 mil pessoas desabrigadas. Cerca de 7 mil casas foram parcialmente ou totalmente destruídas; 40 pontes foram danificadas; 11 rodovias estaduais foram atingidas, sendo que sete delas ficaram interditadas; a água inundou ruas centrais, hospitais, escolas e casas comerciais de várias cidades provocando enormes prejuízos materiais. Mais de 30 mil estudantes da rede estadual de ensino ficaram vários dias sem aulas, porque em todas as cidades atingidas, 93 escolas foram danificadas e outras 11 foram transformadas em abrigos para desabrigados. As cidades mais atingidas foram Moreno, Vitória de Santo Antão, Jaboatão, Nazaré da Mata, Pombos, Ribeirão, Cabo e Escada. O município que teve o maior número de casas destruídas ou parcialmente danificadas foi Vitória, com 5 mil casas.
- **2010**: No dia 03 de maio, nova enchente castiga os Estados de Alagoas e Pernambuco, deixando um rastro de destruição por 30 cidades. Em Pernambuco, houve 16 mortes, mais de 80 mil pessoas ficaram desabrigadas em 14 cidades do Agreste, Litoral e Zona da Mata. As chuvas danificaram 2.013 quilômetros de estradas e 79 pontes caíram. Entre as cidades mais afetadas, em Barreiros a igreja foi uma das poucas construções que ficaram de pé; em Palmares, a região central da cidade ficou submersa. Escolas, hospitais, quase tudo foi levado pelas águas. As cidades afetadas: Palmares, Cortês, Água Preta, Barreiros, Correntes, Vitória de Santo Antão, Barra de Guabiraba, Jaqueira, Escada, Nazaré da Mata, Primavera, Amaraji, Chã Grande e Gravatá.
- **2017**: Entre os dias 25 e 29 de maio de 2017, fortes chuvas atingiram o Agreste, a Zona da Mata e a RMR, estando representada na Figura 16. Os valores ultrapassaram 500 mm em algumas localidades e vários municípios decretaram estado de emergência (APAC, 2017).

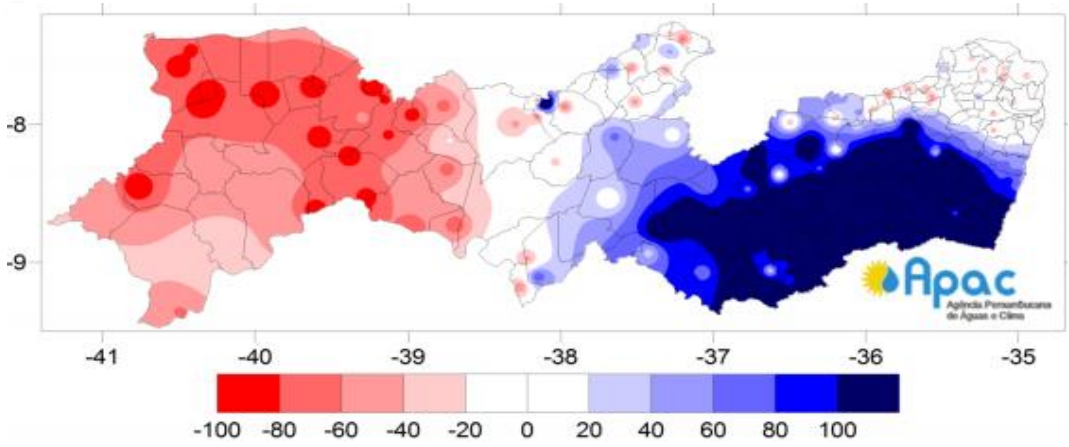
Figura 16 - Distribuição espacial da precipitação acumulada entre os dias 25 e 29 de maio de 2017



Fonte: APAC (2017).

Na RMR, os acumulados médios foram de 324 mm, representando um desvio relativo médio de 11% da climatologia, conforme Figura 17. As cidades com maiores volumes de chuvas foram: Ipojuca com o registro de 52 mm, Cabo de Santo Agostinho (Barragem Suape) com 500 mm e Recife (Várzea) com o acumulado de 398 mm.

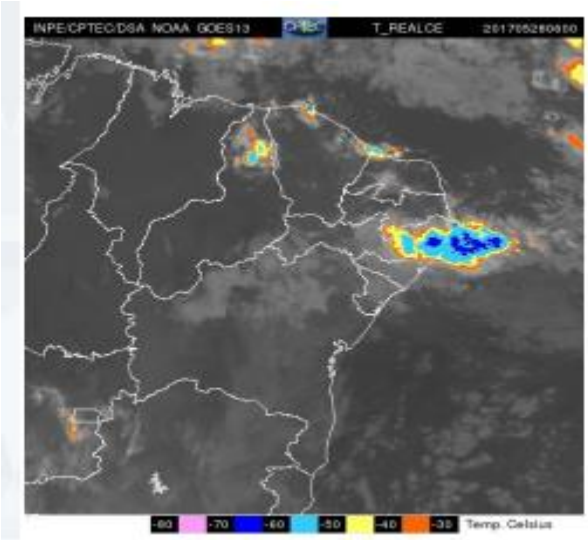
Figura 17 - Desvio relativo (%) da precipitação acumulada (mm) em maio de 2017 em Pernambuco



Fonte: APAC (2017).

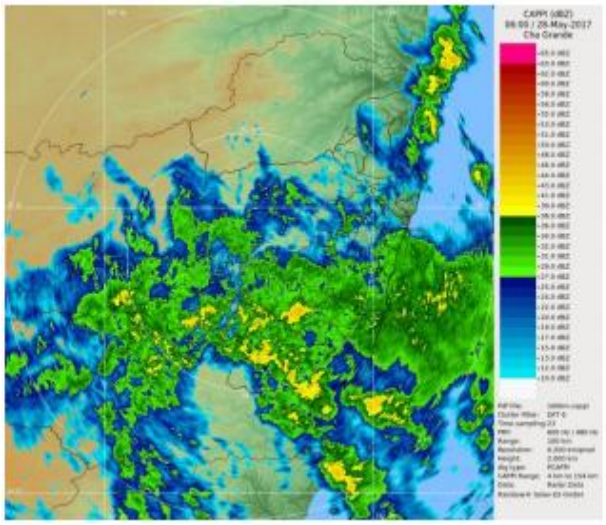
A pluviosidade foi intensa e grave por conta da junção de alguns sistemas meteorológicos que atuaram ao mesmo tempo. O evento foi iniciado pela formação de uma confluência e intensificação de ventos úmidos nos baixos níveis da atmosfera, desde o oceano até a costa dos estados de Pernambuco e Alagoas e a influência do Distúrbio Ondulatório de Leste (DOL), conforme Figura 18 (APAC, 2017). Os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) são sistemas de escala sinótica, de longitudes horizontais da ordem de 1.000 km ou mais, que ocorrem na baixa troposfera tropical. Despertaram o interesse de vários pesquisadores durante anos devido a sua influência na precipitação em regiões tropicais.(MACHADO et. al, 2012).

Figura 18 A - Imagem de satélite GOES destacando episódio de uma intensa Onda de Leste sobre a faixa leste do Nordeste



Fonte: CPTEC/INPE (2017) apud APAC (2017).

Figura 18 B - Imagem de radar destacando nuvens penetrando na Zona da Mata



Fonte: APAC (2017).

A repercussão das chuvas extremas, em maio de 2017 na RMR, acabou mudando o tempo no bairro de Boa Viagem, situado na zona sul da cidade do Recife, com temporais de chuvas e ventos fortes (Figura 19 A). O episódio de maio de 2017 provocou muitos prejuízos, como os alagamentos (Figura 19 B), denotando as frágeis condições físico-estruturais por deficiência no sistema de drenagem da cidade do Recife que inibe a sua capacidade de resistência e resiliência.

Figura 19 A - Temporal de chuva e ventos fortes em Boa Viagem - Recife

Fonte: O autor (2017).

Figura 19 B - Ponto de alagamento na Avenida Boa Viagem - Recife

Fonte: O autor (2017).

Silva, Barbosa e Duarte (2019) ressaltam que o DOL, que atua de abril a julho, é o principal sistema responsável pela intensificação das chuvas no município do Recife. E que

no ano de 2017 apresentou uma maior concentração de deslizamentos nos meses de maio e julho, períodos em que apresentaram somente um dia de chuva acumulada acima de 60 mm/24 h.

A matéria publicada pelo Jornal do Commercio, publicada em 31 de maio de 2017, retrata sobre o episodio chuvoso no Recife, a saber:

> Maio chega ao fim, nesta quarta-feira (31), como o mês mais chuvoso do ano no Recife. Em apenas seis horas a cidade, registrou 82 mm milímetros de chuva. Levando em consideração a média histórica do mês, que é de 318,5 mm, de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), é como se tivesse chovido o equivalente a sete dias no Recife. Ainda segundo o Inmet, até o final dessa terça-feira (30), o acumulo de chuva na capital pernambucana chegou a 322,8 mm, ultrapassando a média histórica no período (JORNAL DO COMMERCIO, 2017).

A seguir serão abordados os impactos ambientais e socioeconômicos associados aos desastres, sendo apresentados os dados obtidos dos desastres e uma análise reflexiva, baseada em abordagens qualitativas e quantitativas, integrando as dimensões ambiental, econômica e social da sustentabilidade, assim como a relação concernente aos paradigmas dos desastres sobre os riscos climáticos e geofísicos que têm impactado, cada vez mais, a sociedade pernambucana.

Os riscos climáticos e geofísicos atrelam-se, diretamente, as vulnerabilidades, a influência da desigualdade social e seu acirramento das condições de vida da população. O enfrentamento das facetas da desigualdade social, estando relacionado às estruturas sociais e econômicas, por meio da inclusão social, econômica e política a todos, como fator fundamental para redução da vulnerabilidade aos habitantes que sobrevivem nos morros, nas margens de rios e canais que cortam os municípios que compõem a RMR.

4.3 IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DOS DESASTRES

Os impactos associados aos eventos das chuvas na RMR sobre a vida econômica e social da população são enormes. Isto se deve, em parte, à grande variação total das chuvas de ano para ano. Apesar dos eventos extremos de chuvas serem mais característicos entre os meses de março e julho, tais eventos pode acontecer em outros períodos do ano. A Tabela 3A e B apresentam os dados referentes aos desastres na RMR obtidos por meio de pesquisa na plataforma web do S2iD e os dados que foram disponibilizados pela CODECIPE foram tabulados e organizados, conforme apresentados a seguir.

Tabela 3A - Dados referentes aos desastres na RMR

Município	Data	Mortos	Desabrigados	Desalojados	Edificações Destruídas
Abreu e Lima	1997	4	-	-	-
Araçoiaba	2000	-	23	50	10
Araçoiaba	2004	-	72	35	15
Araçoiaba	2005	-	31	821	-
Araçoiaba	2010	-	-	500	3
Cabo de Santo Agostinho	2004	2	76	100	9
Cabo de Santo Agostinho	2005	-	2.438	1010	63
Cabo de Santo Agostinho	2010	-	563	224	106
Camaragibe	1998	-	-	-	-
Camaragibe	2000	2	671	671	209
Camaragibe	2004	-	26	334	8
Camaragibe	2005	-	1	204	51
Camaragibe	2010	-	17	241	93
Camaragibe	2016	-	-	68	1
Goiana	2000	-	349	-	-
Goiana	2004	-	472	95	40
Igarassu	2000	-	500	500	250
Igarassu	2004	-	102	-	34
Ilha de Itamaracá	1997	-	-	-	-
Ipojuca	2000	-	460	5.000	80
Ipojuca	2005	-	40	1.960	20
Ipojuca	2010	-	102	1.500	10
Ipojuca	2014	-	-	50	-
Ipojuca	2015	-	-	3	-
Ipojuca	2016	-	35	2	-
Itapissuma	2000	-	-	-	33
Jaboatão dos Guararapes	2000	1	70	-	70
Jaboatão dos Guararapes	2001	-	-	70	829
Jaboatão dos Guararapes	2004	3	-	500	24
Jaboatão dos Guararapes	2005	20	4.496	5.504	1.055
Jaboatão dos Guararapes	2007	-	37	156	16
Jaboatão dos Guararapes	2010	1	1.332	1.125	266
Moreno	2000	-	100	104	26
Moreno	2002	-	10	108	7
Moreno	2004	-	-	-	16
Moreno	2005	2	362	1.196	406
Moreno	2010	-	69	358	19
Olinda	2000	3	3.023	-	75
Olinda	2004	-	382	4.028	89
Olinda	2005	-	195	215	10
Olinda	2016	3	339	95	25
Paulista	1996	-	63	175	6
Paulista	2000	-	-	-	30
Paulista	2005	-	133	241	15
Paulista	2011	-	-	22	-
Paulista	2012	-	-	22	-
Paulista	2013	-	20	-	6
Paulista	2016	-	-	-	1
Recife	2000	8	2.000	1.600	1.000
Recife	2005	1	63	543	14
Recife	2006	7	-	72	3
Recife	2013	-	492	-	124
Recife	2015	4	-	-	-
São Lourenço da Mata	1996	-	50	-	10
São Lourenço da Mata	2000	1	191	400	25

Fonte: S2iD (2020) / Organizado pelo autor.

Tabela 3B - Dados referentes aos desastres na RMR

Município	**Data**	**Mortos**	**Desabrigados**	**Desalojados**	**Edificações Destruídas**
Abreu e Lima	2019	5	15	116	-
Araçoiaba	-	-	-	-	-
Cabo de Santo Agostinho	2012	2	-	-	-
Camaragibe	2016	-	-	68	1
Goiana	2019	-	316	250	-
Igarassu	-	-	-	-	-
Ilha de Itamaracá	-	-	-	-	-
Ipojuca	2014	-	-	50	-
Ipojuca	2016	-	35	2	-
Itapissuma	-	-	-	-	-
Jaboatão dos Guararapes	2019	-	104	-	-
Moreno	-	-	-	-	-
Olinda	2012	1	-	-	-
Olinda	2016	3	339	95	25
Olinda	2019	4	300	50	-
Paulista	2016	-	-	13.000	1
Recife	2012	-	-	10	-
São Lourenço da Mata	2019	-	9	168	3

Fonte: CODECIPE (2020) / Organizado pelo autor.

Antes de qualquer discussão, é fundamental ressaltar que a apresentação dos dados acima decorrentes dos eventos adversos por conta das chuvas nos municípios que compõem a RMR, as informações contidas no banco de dados referente às ocorrências de desastres, não significa que todos os eventos adversos foram registrados a cada ano, haja vista, a ausência de preenchimento em alguns períodos. Daí a importância aos municípios para que eles façam o registro de todas as ocorrências de desastres, o que permitirá interpretações assentadas na realidade.

No que concerne ao número de óbitos observados no período de 1997 a 2019, foram contabilizados um total de 77 mortes associadas aos desastres decorrentes da precipitação na Região Metropolitana do Recife (RMR). Verifica-se que no município de Jaboatão dos Guararapes apresenta a maior quantidade de mortes, com total de 25 óbitos registrados entre 2000 e 2010.

Ressalta-se que nesse município é constante a ocorrência de escorregamentos e alagamentos em dias chuvosos. Segundo Nóbrega e Farias (2016, p. 70), “o município de Jaboatão dos Guararapes possui um sítio urbano bastante propício para a ocorrência de desastres naturais como áreas de morros bastante adensadas, assim como planícies fluviais, ambas ocupadas de maneira irregular”.

Em 2019 as chuvas torrenciais que atingiram a RMR ocasionaram em vítimas fatais, deslizamentos de barreiras e quedas de árvore. É digno de nota que estas áreas, geralmente, estão localizadas nas áreas de morros, (Figura 20), estando expostas a desastres, como desabamentos e inundações.

Figura 20 - Habitações instaladas em área de morro na RMR

Fonte: O autor (2019).

Com base nesta realidade, a desigualdade inerente à formação social tem agravado os impactos ambientais e urbanos e, sobretudo, com perdas de vidas, danos e transtornos socioeconômicos, provocados por desastres como escorregamentos e inundações, além de outras calamidades, como no caso a maior probabilidade de exposição à doença respiratória da Covid-19 que se dá principalmente de pessoa a pessoa, por conta dos locais fechados e aglomerados que se torna ainda mais crítica, observados nos anos de 2020 e 2021.

Nesse contexto, cumpre destacar o que aponta Gomes et al. (2012, p. 525):

> A ocupação e a organização do espaço aconteceram de forma desigual, onde as camadas menos favorecidas da população terminaram sendo excluída das áreas mais nobres da cidade, terminando por se fixar em áreas desvalorizadas imobiliariamente, ocupando entre outros lugares, os morros ou encostas, cuja instabilidade geológica é caracterizada pelo predomínio de escorregamentos ou deslizamentos de massa, o que gera grandes problemas para a população que nelas habitam. Na cidade do Recife, as áreas de risco, que se caracterizam como locais vulneráveis ao deslizamento de massa se encontram, principalmente, na zona norte [...].

O mês de julho do ano de 2019 representou aquele que atingiu extremos pluviais, em quase todos os municípios da RMR, registraram acumulados acima de 300 mm. A tabela 4 representa a precipitação acumulada por município da RMR.

Tabela 4 - Registros de precipitação acumulada no mês de julho de 2019 na RMR

Código / Posto	Mês/Ano	Acumulado (mm)
198 - Abreu e Lima	Julho/2019	484,6
309 - Araçoiaba (Granja Cristo Redentor)	Julho/2019	344,1
603 - Cabo (Pirapama)	Julho/2019	419,9
201 – Camaragibe	Julho/2019	434,6
28 - Goiana (Itapirema- IPA)	Julho/2019	441,5
100 – Igarassu	Julho/2019	470,7
387 – Ipojuca	Julho/2019	411,6
524 – Itamaracá	Julho/2019	406,3
520– Itapissuma	Julho/2019	392,2
604 - Jaboatão (Cidade da Copa)- PCD	Julho/2019	423,2
205 – Moreno	Julho/2019	403,0
199 – Olinda	Julho/2019	501,3
451 – Paulista	Julho/2019	523,3
30 - Recife (Várzea)	Julho/2019	306,1
267 - São Lourenço da Mata (Tapacurá)	Julho/2019	266,0

Fonte: APAC (2019) / Organizado pelo autor

Esses eventos extremos de chuvas foram favorecidos pelos Sistemas Ondulatórias dos Alísios (POA) e instabilidades associadas à sistema frontal subtropical na faixa oriental (leste) sobre a costa do Nordeste brasileiro. No mês de julho de 2019 na RMR foram registradas ocorrências de deslizamentos de terras e outros processos geodinâmicos de movimentos gravitacionais de massa, que resultaram em vítimas fatais e significativos danos econômicos (Figura 21 A, B).

Figura 21 A - Residência destruída no Córrego da Areia - Caetés - Abreu e Lima

Fonte: O autor (2019).

Figura 21 B -Deslizamento e obstrução de via de acesso na Estrada do Passarinho - Olinda

Fonte: O autor (2019).

Assim, constata-se que a barbárie e o caos que afligem às classes menos favorecidas, do ponto de vista econômico, estando submetida à porção relegada do ambiente urbano. A instabilidade da dinâmica de seus processos naturais faz com que o deslizamento nas áreas em

tela provocasse perdas materiais e humanas, ocasionando um cenário de destruição, por conta das chuvas intensas num curto espaço de tempo em julho de 2019.

Conforme Vasconcelos, Cândido e Freire (2019), na maior parte das cidades brasileiras são bastante visíveis a segmentação socioespacial, onde a porção mais periférica, constituída pela parte mais pobre da população, encontra-se desprovida de serviços e até mesmo de espaços adequados de convivência social.É oportuno apontar que através de registro de um dos jornais que circulam no Grande Recife, no caso o Jornal do Commercio, matéria datada de 24 de julho de 2019, foi possível resgatar alguma notícia desse evento, a saber:

> Onze pessoas morreram entre a madrugada e manhã desta quarta-feira (24) após deslizamentos de barreira e queda de árvore provocada pelas chuvas que atingiram a Região Metropolitana do Recife (RMR) desde a tarde de terça-feira (23). De acordo com o Corpo de Bombeiros, as mortes ocorreram em Águas Compridas, em Olinda, a Estrada do Passarinho e na Rua Córrego do Curió, no bairro de Dois Unidos, no Recife, e no Córrego da Areia, em Caetés, Abreu e Lima (JORNAL DO COMMERCIO, 2019).

Com muita propriedade na descrição do episódio ocorrido, merece destaque Climatempo, com matéria de 24 de julho de 2019, que destaca:

> A chuva volumosa que caiu sobre a região metropolitana de Recife de ontem para hoje deixou parte da cidade debaixo d'água. Os vários deslizamentos fizeram ao menos 8 vítimas fatais, segundo informações da imprensa. Julho é um mês de chuva frequente no litoral de Pernambuco e é comum ocorrerem dias com chuva volumosa. De ontem para hoje, em apenas 24 horas, Recife recebeu 25% da média de chuva para todo o mês de julho (CLIMATEMPO, 2019, p. 01).

O episódio chuvoso de julho de 2019 é esclarecido da seguinte forma:

> [...] Nos dias 20, 21, 22 e 23 do mesmo mês, os eventos de chuva foram mais intensos e atingiram a RMR e Agreste com vários municípios da RMR registrando acumulados de chuva superiores a 150 mm. Esses eventos extremos de chuva foram favorecidos pelos sistemas Perturbações Ondulatórios dos Alísios (POA) e instabilidades associadas à sistema frontal subtropical na parte leste do Nordeste do Brasil [...] (APAC, 2019, p. 20).

As cidades de Abreu e Lima, Olinda, Recife, que compõem a RMR,são frequentemente submetidas aos eventos extremos de chuvas concentradas, por vezes com valores superiores a 100 mm diários que, associados às formas de ocupação do espaço pelo homem, em função da baixa capacidade de resistência, resiliência e de ajustamento da população frente à manifestação dos eventos extremos, dão origem a diversos problemas de

ordem socioambiental. Diante do que foi apresentado, o risco é resultado da interação entre vulnerabilidade, exposição e ações do clima.

No que concerne ao número de desabrigados observados no período de 2000 a 2019, representado por meio da Tabela 3A e B, foram contabilizados um total de 20.523 desabrigados. Verifica-se que os municípios que apresentaram a maior quantidade de desabrigados, respectivamente, foram Jaboatão dos Guararapes com 6.039 desabrigados, Olinda com 4.578 desabrigados e Cabo de Santo Agostinho com 3.077 desabrigados.

Analisando a Tabela 3A e B, nota-se que o número de desalojados, observados no período de 2000 a 2019, foi contabilizado um total de 43.711, cujos municípios que tiveram a maior ocorrência de pessoas desabrigadas foram os seguintes: Jaboatão dos Guararapes com 7.355, Paulista com 13.460, Ipojuca com 8.567 e Olinda com 4.483. Em relação às edificações destruídas, foram contabilizados 5.232 (Tabela 3A e B). Os municípios que mais apresentaram imóveis afetados foram, respectivamente: Jaboatão dos Guararapes com 2.260, Recife com 1.141, Moreno com 474 e Camaragibe com 363 afetadas.

Pode-se observar uma questão central no que concerne aos dados de desastres (mortos, desabrigados, desalojados e edificações destruídas) é a recorrência, quase ininterrupta, de desastres associados aos eventos extremos de chuvas e a necessidade da melhoria contínua nas medidas de redução dos efeitos dos desastres. E os anos de 2020 e 2021 tiveram, como agravante, a pandemia da Covid-19 expondo cada vez mais as fragilidades e vulnerabilidades numa parcela da sociedade brasileira e exigindo cada vez mais o combate da desigualdade para construção das bases de uma sociedade mais igualitária para que esteja mais preparada.

Pertine, então, mencionar Souza, Diniz e Cavalcanti (2021):

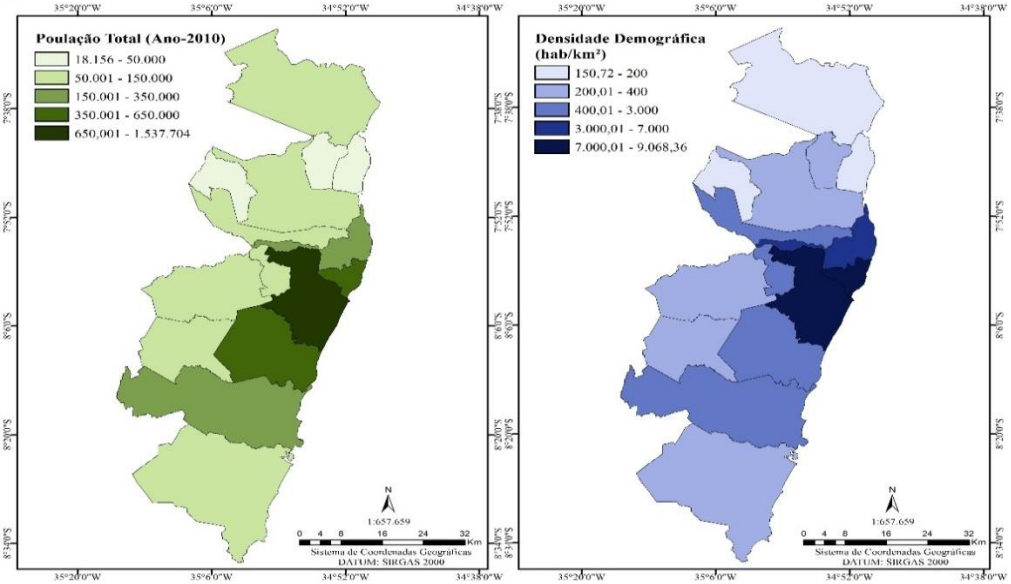
> O nível de contrastes sociais que, ainda hoje, caracteriza a cidade do Recife se apresenta como um risco para os assentamentos precários de serem considerados como potenciais áreas de permanência e propagações futuras da Covid-19 e, assim, veríamos repetir-se, em pleno século XXI, o mesmo fenômeno de estigmatização que tornou os assentamentos e moradias pobres corpos indesejáveis na cidade do início do século XX, respaldando a política que os erradica. Mais que isso, a persistência dessas assimetrias no acesso a infraestruturas, equipamentos e serviços torna o exercício pleno do direito à cidade um objetivo ainda distante (SOUZA, DINIZ, CAVALCANTI, 2021, p. 856).

A Figura 22 A representa a distribuição da população e da densidade demográfica, a qual revela que os municípios de Recife (1.537.704), Jaboatão dos Guararapes (644.620), Olinda (377.779) e Paulista (300.466) são os mais populosos que reúnem 75,4% da população total da RMR, e os menos habitados Araçoiaba (18.156), Ilha de Itamaracá (21.884) e Itapissuma (23.769). As maiores densidades demográficas são observadas em Olinda com

9068,36 habitantes/km^2, seguido porRecife com 7037,61 habitantes/km^2 e Paulista 3086,01 habitantes/km^2(Figura 22 B).

Figura 22 A - População total nos 15 municípios da RMR

Figura 22 B - Densidade demográfica (hab/Km^2) nos 15 municípios da RMR

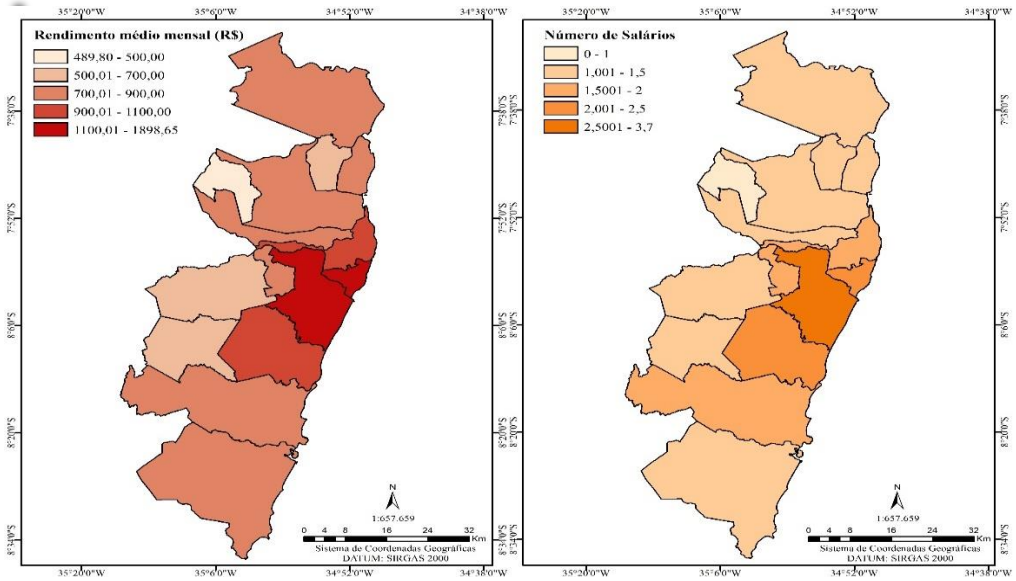


Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Censo /IBGE (2010).

No que concerne à Figura 23 A, são destacadosos valores dos rendimentos nominais médios mensais das pessoas de 10 anos ou mais de idade, com rendimentos (Reais) e número de salários-mínimos, cujo índice foi calculado com base em variáveis do Censo Demográfico de 2010 do IBGE. Os maiores rendimentos médios mensais são observados em Recife, Olinda e Jaboatão. Por outro lado, os municípios de Araçoiaba, Itapissuma e Moreno, recebem a menor quantidade, em torno de um salário-mínimo (Figura 23 B).

Figura 23 A - Rendimento médio mensal (R$) na RMR

Figura 23 B - Número de salários na RMR



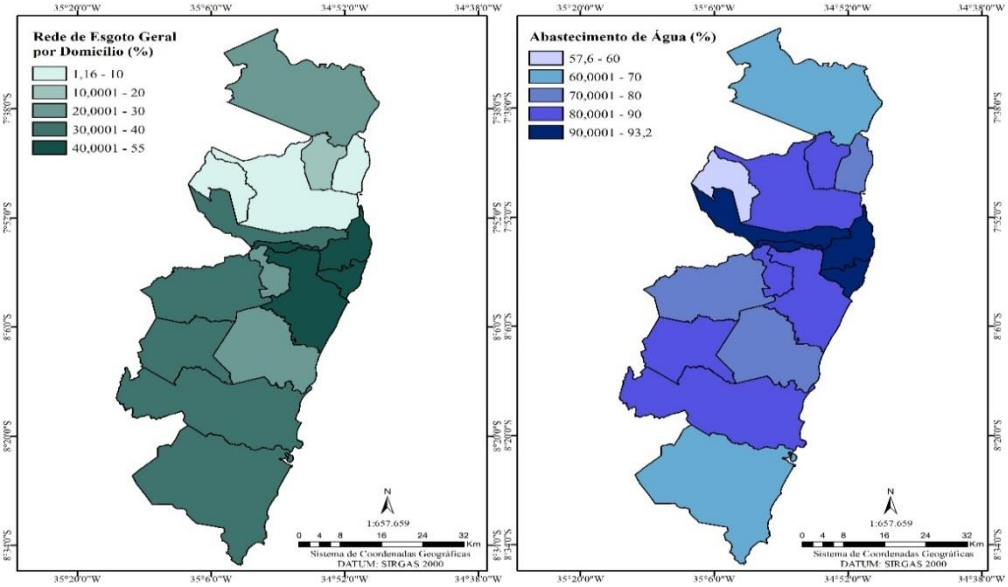
Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Censo /IBGE (2010).

De acordo com pesquisa desenvolvida pelo Observatório das Metrópoles, os maiores percentuais de indivíduos vivendo em domicílios com rendimento per capita de até ¼ do salário mínimo foram registradas nas RMs de Maceió (45,3%), João Pessoa (43,2%), Recife (41,7%), Teresina (41,0%) e Aracaju (40,1%), todas regiões metropolitanas do Nordeste (SALATA; RIBEIRO, 2021). Nesse sentido, pode-se verificar, que são muitas as disparidades e desigualdades encontradas no espaço da RMR, quando se aborda as questões de renda de seus habitantes que dela fazem parte. Urge a necessidade de gestões públicas comprometidas com investimentos sociais estruturantes.

A Figura 24 A refere-se à rede de esgoto geral por domicílios, sendo constatado que os melhores percentuais foram observados, respectivamente, em Recife (54,98%), Paulista (45,77%) e Olinda (40,54%). Em contrapartida, os municípios em Ilha de Itamaracá (1,16%), Araçoiaba (5,22%) e Igarassu (8,79%) possuem a menor cobertura de esgotamento sanitário.

Figura 24 A - Rede de esgoto geral por domicílios na RMR

Figura 24 B - Abastecimento de água na RMR



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Censo /IBGE (2010).

É um dado alarmante e carece a construção de redes de saneamento, a fim de reduzir os riscos de doenças de veiculação hídrica, de insalubridade e danos ao meio ambiente. Constata-se que, a exposição dessas pessoas tendo que lidar com o esgoto ao seu redor e quando chove só piora, além do estresse, do risco e da fragilização no determinado contexto de vida, ratifica que estão inseridas em uma vulnerabilidade social.

Cumpre destacar o que aduz Philippi Jr e Malheiros (2005):

> Nos países em desenvolvimento, os indicadores de desenvolvimento social e ambiental não atingiram ainda patamares adequados de atendimento das ações de saneamento do meio, inclusive com profundas diferenças no que se refere à universalidade do atendimento, principalmente por causa da

> ausência de políticas para a área de saúde pública (PHILIPPI JR; MALHEIROS, 2005, p. 75).

Nesse contexto, pode-se afirmar que existem condições precárias de urbanização e saneamento vigentes, sobretudo, nos países subdesenvolvidos, sendo fundamental políticas de saneamento e habitação, levando em consideração a distribuição desigual das pessoas no espaço urbano. É importante ressaltar a formulação de políticas urbanas que possam incluir todas as pessoas e assim ter eficácia na redução da situação de vulnerabilidade socioambiental.

Ainda na Figura 24 B evidencia-se a cobertura no abastecimento de água, com destaque para Olinda (93,21%), Abreu e Lima (91,48%) e Paulista (90,24%) possuírem os melhores percentuais, no que tange ao abastecimento de água. No entanto, os municípios de Araçoiaba (57,64%), Ipojuca (61,16%) e Goiana (66,61) possuem a menor cobertura.

Entende-se que existe um desafio no que se refere ao abastecimento de águapara a população dos 15 municípios que compõem a RMR, de forma justa e coerente diminuindo, com isso, os conflitos pelo uso. Oliveira et al. (2017), sinalizam para a necessidade de investimentos em saneamento, em termos de ampliação da cobertura no abastecimento de água, sendo adaptada à realidade,cumprindo os princípios de universalidade e equidade,garantindoassim o direito humano de acesso à água segura.

Quanto ao destino do lixo coletado (por serviço de limpeza e em caçamba), foi constatado que os municípios de Recife (97,85%), Olinda (96,42%) e Camaragibe (94,76%) destacam-se pela melhor oferta no serviço de limpeza e coleta, enquanto isso, Araçoiaba (65,91%), Ilha de Itamaracá (69,95%) e Moreno (78,41%) possuem a menor cobertura com o serviço em tela (Figura 25 A).

Figura 25 A - Destino do lixo coletado na RMR

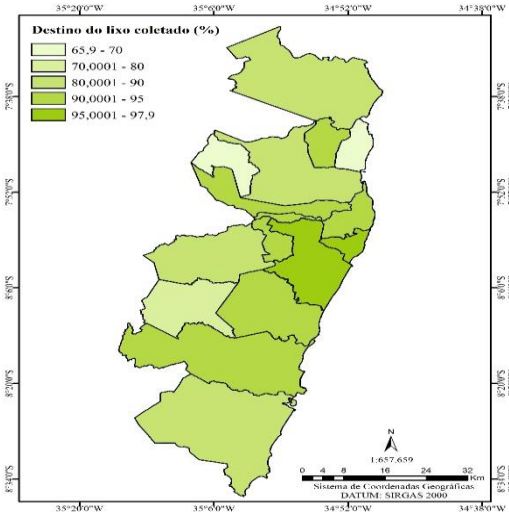
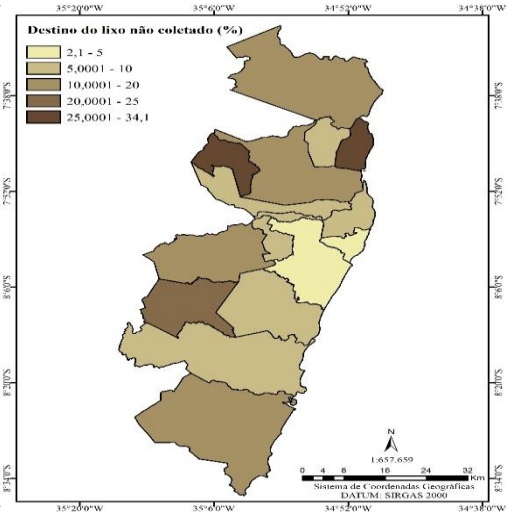


Figura 25 B - Destino do lixo não coletado na RMR



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Censo /IBGE (2010).

A Figura 25 B, mostra a distribuição espacial do percentual total do lixo não coletado (queimado, enterrado, jogado em terreno baldio, rio-lago-mar e outro destino), entre os municípios da RMR. Observa-se que Araçoiaba (34,08%), Ilha de Itamaracá (30,04%) e Moreno (21,58%) possuem os maiores percentuais de lixo não coletado.São dados preocupantes, visto que os resíduos sólidos destinados de maneira inadequada podem contribuir para entupir os bueiros e, consequentemente, favorecer os alagamentos e inundações, criando e aumentando seus riscos. Por outro lado, Recife (2,15%), Olinda (3,58%) e Camaragibe (5,24%) apresentam os menores percentuais dos municípios com destinação do lixo não coletado.

É importante ressaltar que as cidades precisam ser transformadas para que se tornem minimamente humanas, sendo mais flexíveis e participativas, afim de que seus moradores sintam-se parte da cidade e não alijadas, desta forma, é fundamental que o aparelho do estado coloque no centro as políticas sociais para a grande maioria e, desta maneira, gerando melhor capacidade de resposta para situações de desastres.

Neste sentido, Londe et al. (2018) citam que:

> Grande parte da população mundial vive em cidades, com estimativas crescentes para os próximos anos. Muitas estão em áreas de mais vulnerabilidade, como o litoral. O crescimento demográfico demanda a expansão dos serviços públicos, gerando a necessidade de mais infraestrutura local.O crescimento econômico, confundido cotidianamente com desenvolvimento, pode aumentar os riscos de epidemias e de desastres, quando há ocupação de áreas de risco e desigualdade no fornecimento de serviços básicos como coleta de lixo e sistema de esgotamento sanitário (LONDE et al., 2018, p. 23).

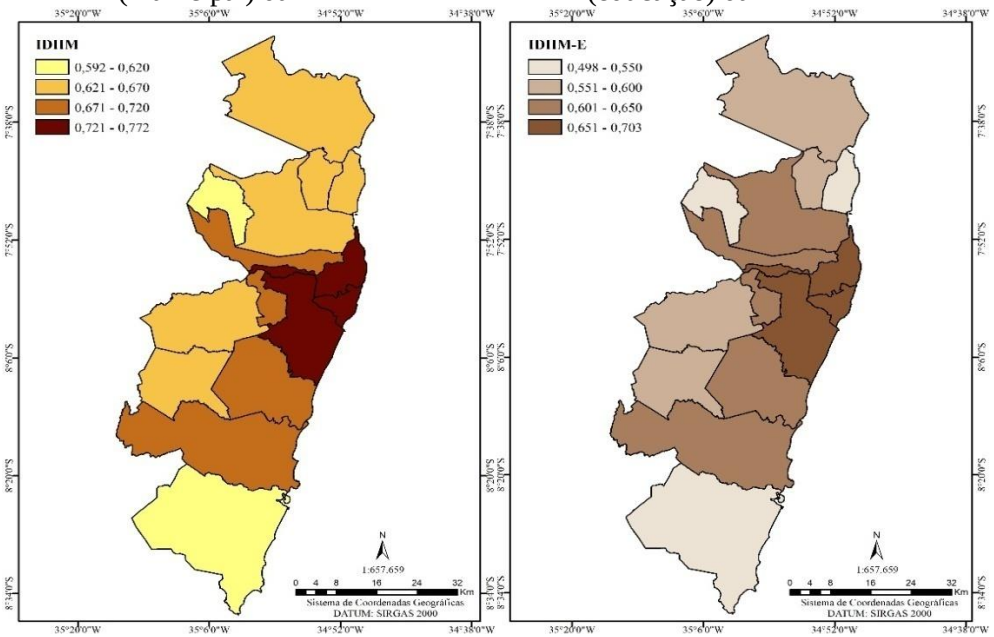
Quanto ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), é uma medida baseada nas três dimensões do desenvolvimento humano, a saber: longevidade, educação e renda. O referido índice possui uma variação de 0 a 1, quanto mais próximo de 1, maior é o desenvolvimento humano. Examinando a Figura 26 A, nota-se que os maiores indicadores de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal- IDHM (0,635 a 0,825) estão nos municípios de Recife (0,772), Olinda (0,735) e Paulista (0,732), coincidindo com os melhores salários. Por outro lado, os piores índices (0,590 e 0,634) foram observados em Araçoiaba (0,592), Ipojuca (0,619) e Itapissuma (0,633), coincidindo com os menores salários e infraestrutura.

No que concerne aos parâmetros IDH-E, IDH-L e IDH-R (Figura 26 B, C e D), observa-se que é grande a similaridade visual entre os mapas.Cabe ressaltar que os municípios de Araçoiaba e Ipojuca, cujo IDH-E é mais baixo em relação aos demais índices, que pode

estar associado aos grandes contrastes sociais e econômicos existentes nestes municípios. É fundamental uma gestão pública municipal eficiente e que possa ofertar uma educação gratuita, universal e de qualidade, bem como tratando em desarticular as raízes e romper o ciclo de reprodução da desigualdade social.

Figura 26A -Distribuição espacial do IDH - M (municipal) da RMR

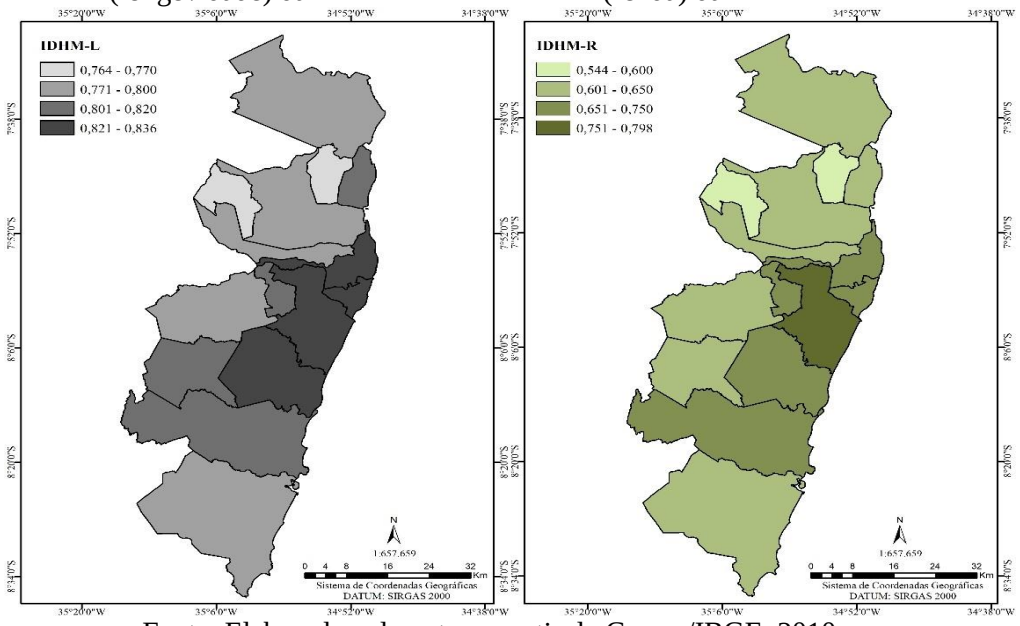
Figura 26 B - Distribuição espacial do IDH-E (educação) da RMR



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Censo /IBGE, 2010

Figura 26 C - Distribuição espacial do IDH-L (longevidade) da RMR

Figura 26 D - Distribuição espacial do IDH-R (renda) da RMR



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Censo /IBGE, 2010

A redução de riscos e desastres constitui uma das etapas fundamentais desta pesquisa, haja vista que a adoção de um conjunto de medidas ou preparação de (algo/evento) visa

prevenir (um mal/desastres), não se pretende, nos limites deste trabalho, esgotar o assunto, o que seria uma pretensão ingênua, mesmo porque, o assunto é tão extenso e cheio de nuances, considerando tratar-se de uma realidade muito rica e complexa do que as tentativas de definição, compreensão e de delimitação o que exime qualquer pesquisador dessa missão. O que se pretende é esclarecer e explicitar aspectos que nos parecem fundamentais para uma compreensível aproximação à temática que será abordada no item a seguir.

4.4 GESTÃO DE RISCOS A DESASTRES ASSOCIADO AOS EVENTOS DE CHUVAS

No âmbito das discussões acerca dos desastres relacionados aos eventos de chuvas, reveste-se de grandiosa importância o gerenciamento de atividades envolvendo os desastres. Para Silveira e Cardoso (2016), o gerenciamento de atividades envolvendo desastres vem sofrendo alterações evolutivas no decorrer da história. Após um longo período, onde se priorizavam as ações após o evento desastroso ter ocorrido, as autoridades competentes passaram a dar maior importância às ações pré-desastre, chegando ao modelo atual, o qual tem enfoque nas atividades de prevenção.

Vale mencionar o que aduz CEPED/RS-UFRGS (2016),acerca da gestão de riscos a desastres:

> Durante muitas décadas, a prioridade de investimentos dos governos foi nas etapas de resposta e recuperação de locais atingidos por desastres. No entanto, para reduzir os danos e prejuízos é imprescindível investir na gestão de risco. Dessa forma, fez-se indispensável uma mudança de paradigma no que diz respeito às ações de Proteção e Defesa Civil no Brasil, sendo que atualmente seu foco é na gestão integral do risco de desastres [...] (CEPED/RS-UFRGS, 2016, p. 17).

Nesse contexto, considerando-se os cenários do passado e presente, nota-se que a gestão de riscos, durante muito tempo, determinadas ações principalmente nas etapas de resposta e recuperação de locais atingidos por desastres, eram priorizadas pelas autoridades competentes, ou seja, após o evento extremo ter acontecido até que na atualidade tem acontecido uma mudança de paradigma, sobretudo, no enfoque das atividades de cunho prevencionista.

Pelo que foi dito até agora, projetar uma gestão de riscos a desastres associados aos eventos de chuvas na RMR, significa definir uma ação intencionada, de forma explicita, dizendo claramente o que se pretende fazer de novo, rompendo com o presente. Assim, entende-se que para uma gestão de risco de desastre a preparação das comunidades dessas áreas, com a realização de mapeamento e monitoramento de tais locais e a capacitação da

população que ali vive por meio de treinamento, é essencial para uma gestão de risco eficiente (SOUZA, 2011).

É importante destacar que a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) estabelecida pela Lei n°. 12.608/2012, atribui a competência aos estados e municípios em identificar e mapear áreas de riscos nos seus respectivos territórios. Um estudo inédito do IBGE (2018), tendo como base os dados do censo de 2010, o Recife é a quinta cidade do Brasil com 206.761 pessoas vivendo em área de risco. No mesmo estudo, em sua lista aparecem maisduas cidades da RMR, no caso, Jaboatão dos Guararapes com 188.026 e Igarassu com 69.801 moradores em domicílios particulares permanentes em área de risco.

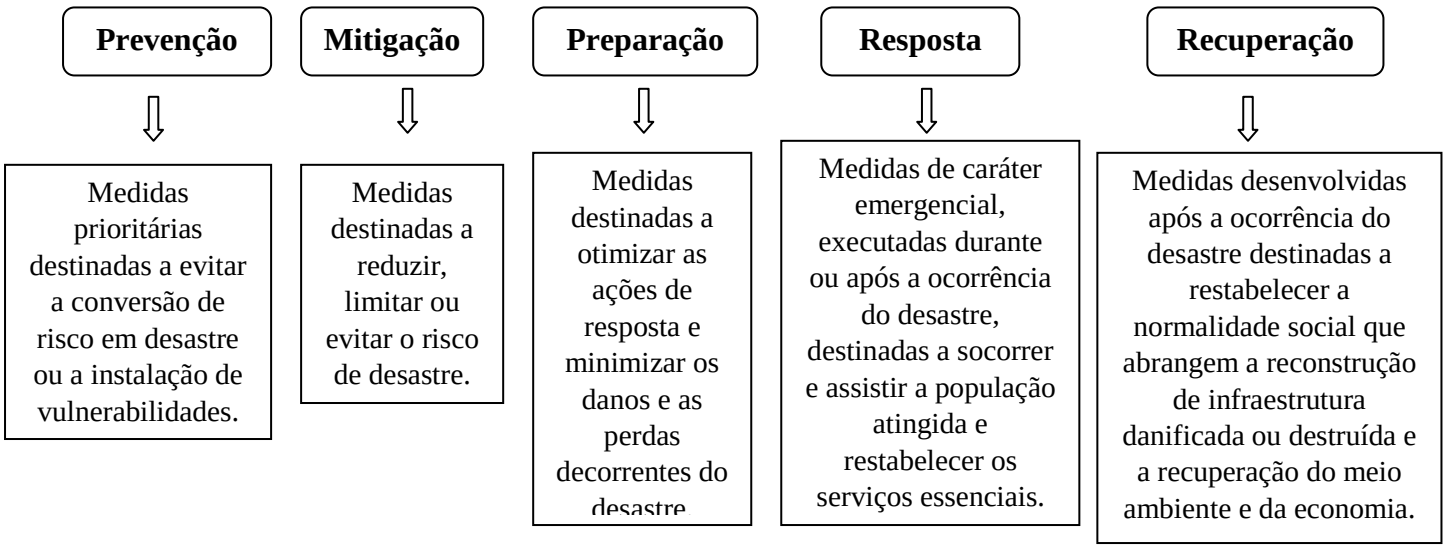
No sentido da promoção da sociedade frente à redução do risco de desastres, urge a necessidade de preparar as comunidades através de ações para minimizar os impactos. Seguindo nessa mesma esteira de raciocínio, o serviço gratuito de envio de mensagens curtas por celulares a população, em caso de iminência de desastres (inundações, alagamentos, temporais e perigo de deslizamento de terra), bem como o acionamento de sirenes com a saída imediata do imóvel, sendo as pessoas conduzidas a locais seguros, definidos previamente pela gestão dos municípios que compõem a RMR, são medidas de cunho prevencionistas e visam deixar a população bem informada de maneira prévia a desastres.

Apresenta-se ainda, na gestão de risco a desastres, a vistoria dos imóveis evacuados a fim de avaliar totalmente a sua estrutura e o risco de novas ocorrências, descartada, consequentemente, a viabilidade de cada morador deslocado retornar a sua própria residência, no caso, dos imóveis sem condições de serem habitados, deve acontecer o cadastro das pessoas para o recebimento de auxílio moradia. É necessária a capacitação dos moradores locais para reduzir riscos de danos em caso de chuvas fortes, bem como, o investimento do poder público em tecnologia para realizar o monitoramento da atmosfera e obter informações no curtíssimo prazo de tempo, sobretudo, quando a chuva atinge áreas habitadas aos deslizamentos e alagamentos (SALVADOR, 2021).

Esse ângulo permite-nos perceber que a adoção de tecnologia da informação pode ser uma aliada na prevenção e mitigação dos desastres, os municípios que compõem a RMR devem se antecipar e se preparar para os desastres, contribuindo para salvar vidas, recursos financeiros e naturais. Hoje, deve-se romper com a lógica governamental de investir com mais ênfase no pós-desastre, com destaque a reconstrução de espaços destruídos, socorro emergencial aos afetados e contabilização das percas dos danos materiais, indo ao encontro de políticas prevencionistas e preparação a população em situações de crise e reduzindo, assim, os impactos desses eventos. Isso depende de planejamento com investimento em

infraestrutura tecnológica e sistemas. A gestão de riscos a desastres associados aos eventos de chuvas na RMR deve ser entendida como um processo contínuo e permanente, que ocorre em diferentes patamares e inter-relacionadas (Figura 27).

Figura 27 - Etapas do Ciclo da Gestão em defesa civil



Fonte: Brasil (2020) / Organizado pelo autor.

Pode-se observar que a gestão do risco de desastre encontra-se estruturada em cinco etapas ou eixos e consiste na adoção de medidas para evitar e/oudiminuir os efeitos adversos e prejuízos ocasionados por desastres, antes que aconteçam.De modo sintético, o Quadro 6 apresenta de forma harmonizadao entendimento de cada etapa e suas respectivas medidas, quanto aos conceitos associados à gestão de riscos de desastres.

Quadro 6 - Conceitos das ações de proteção e defesa civil

Prevenção	Ações que são tomadas com antecedência, anteriores a ocorrência do desastre, com intuito de evitar ou reduzir os impactos adversos ao meio.
Mitigação	Medidas adotadas para reduzir ou limitar os impactos, perigos e desastres adversos relacionados.
Preparação	Ações que são realizadas antecipadamente para assegurar uma resposta de forma eficaz aos desastres. Inclui atividades como planos de contingências, treinamento, exercícios de campo correspondentes.
Resposta	Medidas emergenciais que acontecem durante ou após a ocorrência do desastre, com o objetivo de salvar vidas, reduzindo impactos na saúde, garantir a segurança das pessoas, bem como o atendimento às necessidades básicas de subsistência da população afetada.
Recuperação	Medidas desenvolvidas após o desastre para restabelecer a situação de normalidade da comunidade afetada. Envolve tarefas de reabilitação e reconstrução.

Fonte: EIRD/ONU (2009) / Organizado pelo autor.

A gestão de risco de desastres é um processo sistemático de decisões administrativas, de organização, de habilidade e capacidades operacionais para fazer cumprir as políticas e fortalecer as habilidades de enfrentamento, a fim de reduzir os impactos de ameaças naturais e desastres ambientais e tecnológicos consequentes. Isso envolve vários tipos de atividades, incluindo medidas estruturais e não estruturais para evitar ou limitar os efeitos adversos aos desastres (EIRD/ONU, 2009).

No meio dessas circunstâncias, os municípios que compõem a RMR devem dedicar-se na gestão de suas próprias crises, bem como na construção de uma rede de solidariedade e ação mútua de colaboração com outros municípios e, assim, ser criado um sistema com o qual possam ajudar-se quando for necessário. Mais do que nunca, é importante o envolvimento das comunidades e do poder público em estratégias conjuntas para gestão do risco; o diálogo civilizado estimula a reflexão, ao confronto de ideias (convergências e divergências) a fim de se posicionar diante de um assunto tão importante: que é o drama dos desastres associados às chuvas na RMR e assim, contribuindo para a resolução dos problemas.

Seguindo na esteira da argumentação anterior, a gestão de risco de desastre associado aos eventos de chuvas não pode ser encarada de maneira isolada, mas incluí-la com a participação ativa das pessoas e grupos em diferentes níveis. Investir na redução de risco é algo um tanto intricado e requer decisão e vontade política. É possível, a partir da compreensão da importância da integração de ações para a gestão pública nas três esferas governamentais (união, estado e municípios) quanto à pesquisa, monitoramento, educação, comunicação e capacidades de prevenção e resposta.

Neste sentido, ressalta-se a luta pela construção da RMR resiliente é algo que deve ser permanente e pressupõe superar os gargalos infraestruturais históricos, bem como desenvolver ações educativas para a redução de riscos, com foco na sustentabilidade e empoderamento dos sujeitos. É entender o passado das cidades que compõem a RMR, para só então compreender o presente e poder projetar o futuro.

É fundamental que os gestores públicos cuidem mais das cidades que compõem a RMR e, principalmente das pessoas, proporcionando ações afirmativas que primem por mais resiliência, acolhimento e inclusão. O mundo vivencia a era dos extremos (chuvas e secas), com variadas ameaças nas cidades, incluindo grandes catástrofes e doenças, como no caso do novo coronavírus, isso demanda dos governantes da sociedade um certo nível de consciência ambiental e de preparo, sendo necessário construir a cidade resiliente e adaptada às crises climáticas.

4.5 SISTEMA DE ALERTA DE CHUVAS COM RISCOS A DESASTRES

Uma análise da Organização Meteorológica Mundial (OMM), agência especializada da Organização das Nações Unidas (ONU), revelou que tempestades e enchentes dominaram a lista de desastres nos últimos 50 anos. No mês de julho em 2021 a Alemanha e outros países registraram eventos chuvosos extremos e que, apesar das tragédias serem recorrentes, o total de mortes por desastres têm diminuído no geral, graças as melhorias nos sistemas de alerta e de resposta aos desastres (ONU, 2021).

Os eventos climáticos e meteorológicos extremos aumentaram em frequência, intensidade e gravidade por conta das alterações do clima - afetando desproporcionalmente as comunidades vulneráveis. Embora a pandemia da Covid-19 tenha gerado uma crise de saúde e econômica da qual se levará anos para se recuperar, é fundamental lembrar que as mudanças climáticas continuam a representar uma ameaça contínua e crescente para os seres humanos, ecossistemas, economias e sociedades que continuarão nas próximas décadas. Os sistemas de alerta precoce são uma medida-chave comprovada para a redução eficaz do risco de desastres e adaptação (WMO, 2020).

Em relação à indicação de um Sistema de Alerta de Chuvas com riscos a desastres para RMR tem por objetivo de emitir um Alerta Meteorológico com chuvas para as Defesas Civis que compõem os municípios da RMR e para a população, através dos meios de comunicação como telefone, fax, televisão, internet e rádio, sempre que houver previsão de chuvas com intensidade que possam gerar desastres, como os alagamentos e escorregamentos de encostas, contribuindo para mitigar a vulnerabilidade da população.

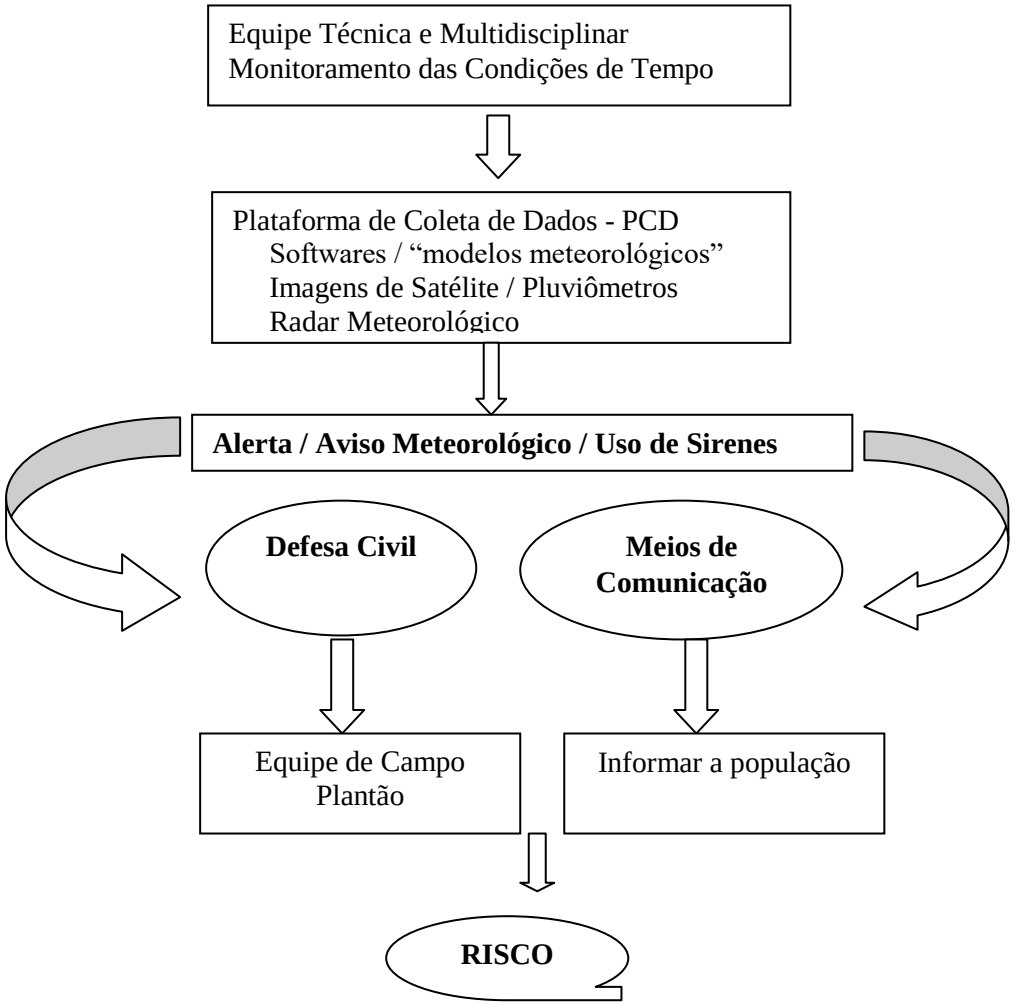
A principal dificuldade para colocar o sistema de alerta eficiente em funcionamento é o investimento em equipamentos, treinamentos e principalmente a manutenção do sistema. Cabe ressaltar, que os eventos climáticos extremos estão acontecendo com frequência cada vez maior e, esse quadro, reforça a necessidade de garantir sistemas de alerta a nível local e de alcance nacional. O funcionamento eficiente de um sistema de alerta de chuvas reduziráou até mesmo controlará a vulnerabilidade de uma população, diminuindo assim os riscos a desastres, alterando-se sua probabilidade de ocorrência ou gerenciando suas consequências. Por esta razão, a implantação de um sistema de alerta é relevante para a administração dos impactos decorrentes das chuvas (SOUZA, 2011).

Diante disto, é fundamental que as Defesas Civis municipais estejam estruturadas com equipamentos (radar meteorológico, imagens de satélite, pluviômetros, Plataforma de Coleta de Dados - PCD e softwares intituladosde “modelos meteorológicos”) e a formação de um

corpo de servidores técnicos e multidisciplinar. Na RMR os desastres mais comuns são: deslizamentos de encostas, enchentes e inundações,e têm ocorrido com mais intensidade, muitas vezes, com consequências tão ou mais gravosas queexigem uma equipe múltipla para soluções integradas e a utilização dessas ferramentas a fim da mitigação de danos originados por eventos atmosféricos significativos.

Na sequência é apresentado na Figura 28 um sistema de alerta conceitual para chuvas nos municípios que fazem parte da Região Metropolitana do Recife (RMR).

Figura 28 - Sistema de alerta conceitual de chuvas aos municípios da Região Metropolitana de Recife - RMR



Fonte: Adaptado de Souza (2011).

1. Radar Meteorológico - O uso do radar meteorológico tem sido utilizado em diversas áreas do conhecimento, inclusive na Geografia, para a previsão de desastres naturais, principalmente, aqueles relacionados ao grupo hidrológico e meteorológico (LEAL, 2017). Ressalta-se que esse equipamento no Estado de Pernambuco está instalado nos

municípios de Chã Grande (Figura 29),com raio de ação de aproximadamente 250 km, permitindo a observação na capital Recife, bem como das regiões do Litoral/Mata, Agreste e parte do Sertão (até Salgueiro) e Petrolina, este último instalado pelo CEMADEN, do Governo Federal (APAC, 2019).

Figura 29 - Ilustração do Radar Meteorológico instalado em Chã Grande

Fonte: Amaraji Notícia (2017)

2. Plataforma de Coleta de Dados (PCD) e Pluviômetros - O Estado de Pernambuco conta com nove plataformas quemonitoram o calor, umidade relativa do ar, velocidade do vento, radiação solar, pressão atmosférica, dentre outras variáveis. Além do registro da chuva pelos 210 pluviômetros distribuídos ao longo do território pernambucano (INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO - IPA, 2010).

3. Imagens de Satélite - O Estado de Pernambuco possui receptor de imagens de satélite GOES-12, sob a responsabilidade da APAC (SOUZA, 2011).

4. Softwares / “Modelos Meteorológicos” - Institutos de pesquisa no Brasil e no mundo desenvolvem softwares conhecidos como modelos meteorológicos. Com eles, é possível prever o que vai acontecer, resolvendo equações complexas que fazem verdadeiras radiografias da atmosfera (SOMAR METEOROLOGIA, 2018).

O Sistema de Alerta de Chuvas com riscos a desastres para RMR revela-se como importante instrumento no caminhar para prevenção das pessoas mais vulneráveis de serem atingidas pelos desastres naturais. Sua finalidade, seu princípio, valor e aplicação podem permitir as autoridades tomarem decisões de prevenção junto às pessoas que moram em áreas atingidas, devido a disseminação do aviso/mensagem para população na ameaça de acontecimentos de chuvas intensas e concentradas.

A implementação de um sistema de alerta significa uma ferramenta de suma importância pela qual indica uma determinada situação de risco de desastre, bem como a

previsão, o contingenciamentode enchentes pode diminuir a vulnerabilidade dos espaços notórios e, em razão disso, diminui os prejuízos socioeconômicos associados às chuvas. A reflexão que se pretende sobre a redução de riscos a desastres tem sido a preocupação dos governos e das sociedades como um todo, em atenuar o quadro de riscos existente, que afeta desigualmente a população (SOUZA, 2011).

No geral, observa-se que a cada ocorrência de um desastre, principalmente os de grande porte e magnitude, como terremotos e vulcões, são capazes de destruir, em poucas horas, com os esforços de trabalho construídos durante muito tempo, e em alguns casos até mesmo perdas de vidas humanas. No Brasil e no Estado de Pernambuco, de maneira geral, é frequente a ocorrência de acidentes e mesmo de desastres associados, particularmente, à escorregamentos e inundações, acarretando numa crise ambiental severa, principalmente, nas áreas de morros e áreas de enchentes na Região Metropolitana de Recife; com efeitos muito graves sobre a qualidade de vida da sua população, que convive, todos os anos, com o drama de prejuízos e perdas consideráveis, inclusive de vidas humanas, por conta das chuvas intensas e concentradas.

No intuito de atender o propósito desta pesquisa é essencial o reconhecimento da importância de uma gestão de riscos a desastres associados aos eventos de chuvas intensas, tendo como foco um sistema de alerta de chuvas, como forma de favorecer quanto à minimização dos impactos socioeconômicos e ambientais que ocorrem constantemente na RMR.

5 CONCLUSÕES

O estudo da gestão de riscos a desastres associados aos eventos de chuvas: estudo e proposição mostrou que a gestão de risco de desastres, especificamente dos que se relacionam, direta ou indiretamente com as chuvas, deslizamentos, inundações, alagamentos na RMR, é um assunto atual e urgente, haja vista a importância do trabalho preventivo que é proteger a vida de cada cidadão.

Esse trabalho demonstrou que, na análise da precipitação mensal, o trimestre maio-junho-julho, de forma geral, são os meses com as maiores frequências com registros de precipitação e com maiores ocorrências de desastres, coincidindo com os mais chuvosos, cujo principal sistema meteorológico causador das chuvas na RMR são os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL's). Apesar dos eventos severos de chuvas intensas serem observados principalmente entre os meses de março a julho, tais eventos também pode acontecer nas demais épocas do ano.

Na análise da variabilidade interanual, constatou-se que as décadas de 1960, 1970 e 1980 foram mais chuvosas, tendo um ano extremamente chuvoso 1986.A década de 1990 apresentou maior frequência de anos normais a muito secos, com destaque nos anos de 1993, 1998. A década de 2000 também mostrou uma grande variabilidade interanual, apontando três anos bastante chuvosos (2000, 2004 e 2010) e um ano extremamente seco, 2006. É relevante destacar a influência das anomalias térmicas (temperatura da água) do oceano Atlântico tropical na variabilidade da precipitação nos municípios da RMR.

O mapeamento do índice de vulnerabilidade da população revelou que existem diferentes níveis, de maneira geral, os habitantes que residem nas áreas mais pobres dos municípios da RMR atingem especialmente a fração mais socialmente vulnerável da sociedade. Para os pobres descapitalizados dos municípios que compõem a RMR é urgente o suporte de renda com a implementação e aprimoramento das políticas de transferência de renda.

Os resultados do estudo revelaram que os principais impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes das chuvas constituem em danos humanos (mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outros); danos estruturais/materiais (edificações destruídas/danificadas) e danos ambientais (quedas de árvore, escorregamentos de barreiras, alagamentos, inundações e outros). E com a pandemia do novo coronavírus acentuou os problemas.

O funcionamento eficiente de um sistema de alerta de chuvas irá reduzir ou até mesmo controlar os riscos de uma população, diminuindo os desastres, alterando-se sua chance de ocorrência ou gerenciando suas consequências. Por esta razão, a implantação de um sistema de alerta antecipado e centrado nas comunidades inseridas nos municípios da RMR é relevante, pois, o seu funcionamento viabiliza a antecipação de ameaças decorrentes de fenômenos meteorológicos.

O estudo realizado sugere recomendações para a gestão de riscos a desastres associados aos eventos de chuvas intensas na RMR que dê base, um fundamento, para o planejamento urbano ambiental a partir da compreensão da identificação de fatores, que ora identificados como: 1) investimento em medidas de prevenção e preparação das comunidades sob áreas de risco de desastres; 2) mapeamento e monitoramento das áreas de risco; 3) a capacitação da população; 4) o serviço gratuito de envio de mensagens curtas por celulares a população; 5) o acionamento de sirenes com a saída imediata do imóvel; 6) a definição previamente dos locais seguros para as pessoas afetadas serem conduzidas; 7) a vistoria destes imóveis que foram evacuados 8) o cadastro das pessoas que devem receber o auxílio moradia e; 9) investimento do poder público em tecnologia para realizar o monitoramento da atmosfera e obter informações no curtíssimo prazo de tempo, sobretudo, quando a chuva atinge áreas habitadas aos deslizamentos e alagamentos.

Urge a necessidade da formulação de políticas públicas urbanas, levando em consideração a distribuição desigual das pessoas no espaço urbano. Aqueles que têm o poder efetivo, no caso, as autoridades estatais e os entes privados, devem cumprir a sua parte desenvolvendo programas, projetos afim de viabilizara redução da situação de vulnerabilidade socioambiental. É fundamental que os gestores cuidem mais dos municípios que compõem a RMR e, principalmente, das pessoas proporcionando ações afirmativas que primem por mais resiliência, acolhimento e inclusão.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO - CONDEPE/FIDEM. _____. **Pernambuco**: realidade e desafios. Recife, 2009.244 p.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA - APAC. **APAC licita contratação de consultor para aperfeiçoamento da operação do Radar Meteorológico. 24 set. 2019**. Recife. Disponível em: http://www.apac.pe.gov.br/noticias.php?noticia_id=1233. Acesso em: 18 out. 2019.

_____. **Boletim do clima**: síntese climática. Recife: APAC, vol. 05, n. 05, 2017. 47 p.

_____.**Boletim do clima**: síntese climática. Recife: APAC, vol. 07, n. 07, 2019. 35 p.

_____CODECIPE vista sala de situação da APAC. 06 fev. 2019. Recife. Disponível em: http://www.apac.pe.gov.br/noticias.php?noticia_id=1113. Acesso em: 11 out. 2019.

_____. **Manual de operação da sala de situação**. Recife. 2014. 63 p.

_____. **Sistema alertará para desastres 3 dias antes**. 11 maio 2011. Recife. Disponível em: http://old.apac.pe.gov.br/noticias.php?noticia_id=210. Acessoem: 11 out. 2019.

ALCÁNTARA-AYALA, Irasema. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, v. 47, 2002.107-124 p.

ALHEIROS, Margareth Mascarenhas et al. (Coord.). **Manual de ocupação dos morros da Região Metropolitana do Recife**. Recife: Fundação de Desenvolvimento Municipal (FIDEM), 2003. 384 p.

_____. **Riscos de escorregamentos na região metropolitana do Recife**. 1998. 135 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Pós-Graduação em Geologia- Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.

ALVES, Keyla Manuela Alencar da Silva Alves; CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza; NÓBREGA, Ranyére Silva. Eventos extremos e risco de inundação: uma análise do comportamento evolutivo dos DistúrbiosOndulatórios de Leste em junho de 2010 sobre a bacia do rio Una - Pernambuco.**Geotextos (Online)**, v. 09, n.02, 2013. 173-189 p.

AMARAL, Rosangela do; RIBEIRO, Rogério Rodrigues. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela (Orgs.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. 1 ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 39-52 p.

ANDRADE, Manuel Correia de. Formação da aglomeração recifense. In: JATOBÁ, Lucivânio (Org.). **Estudos nordestinos sobre crescimento urbano**. Recife: FUNDAJ / ArtCópiaLtda, 1987. 354 p.

ANDRADE, Gilberto Osório de; LINS, Rachel Caldas. Os climas do nordeste. In: VASCONCELOS-SOBRINHO, J. **As regiões naturais do Nordeste**: o meio e a civilização. Recife: CONDEPE, 2005. 95-138 p.

ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo César. **Variabilidade, tendência, anomalia e mudança climática**. Material Didático de uso na disciplina LCE 306 - Meteorologia Agrícola. Departamento de Engenharia de Biossistemas - setor de Agrometeorologia - ESALQ/USP, 2010.

APAC emite alerta de chuva forte para região metropolitana do Recife.**G1 Pernambuco**. 23 maio 2016. Disponível em: http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2016/05/apac-emite-alerta-de-chuva-forte-para-regiao-metropolitana-do-recife.html. Acesso em: 11 out. 2019.

APAC prevê chuva com intensidade acima dos 30 mm pelas próximas horas no Recife e RMR. **Jornal do Commercio**. Recife, 27 jul. 2014. Disponível em: https://jconline.ne10.uol.com.br/canal/cidades/geral/noticia/2014/07/27/apac-preve-chuva-com-intensidade-acima-dos-30mm-pelas-proximas-horas-no-recife-e-rmr-137484.php. Acesso: 11 out. 2019.

ARAGÃO, José Oribe Rocha de. O impacto do ENSO e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil. **Bull Inst. Fr. ÉtudesAndines**, v. 27, n. 3, 1998. 839-844 p.

_____. **Um estudo da estrutura das perturbações sinóticas do nordeste do Brasil**. 1975. 219 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Espacial e da Atmosfera, especialidade Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 1975.

ASSIS DIAS, Mariane Carvalho de et al. Estimation of exposed population to landslides and floods risk areas in Brazil, on an intra-urban scale. **InternationalJournalofDisasterRiskReduction**, v. 31, 2018.449-459 p.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução Maria Juraci Zani dos Santos. 9. ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.

BANDEIRA, Ana Patrícia Nunes; COUTINHO, Roberto Quental; ALHEIROS, Margareth Mascarenhas. Importância da caracterização geológico-geotécnica e da chuva para gerenciamento de áreas de riscos. In: 5ª CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 2009, São Paulo. **Anais**... São Paulo, 2009.

BASHER, Reid. Global early warning systems for natural hazards: systematic and people-centred. **PhilosophicalTransactions of the Royal Society**, v. 364, n. 1845, 2006.2167-2182 p.

BEZERRA, Anselmo César Vasconcelos. **A consolidação das ações de campo da vigilância em saúde ambiental**: heranças e desafios a territorialização. 2012. 232 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

BLAIKIE, Piers; CANNON, Terry; DAVID, Ian; WISNER, Ben.**Eldesafío de los desastres y nuestro enfoque**. In: Vulnerabilidad: el entorno social, político y econômico de los desastres. Colombia: ITDG/LA RED, 1996. 374 p.

BORK, Carina Krüger. **Projeções de temperatura e precipitação para detecção de mudanças climáticas na Bacia do Rio Taquari-Antas, RS**. 2015. 95 f. Trabalho de

conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Como andam Natal e Recife**. In: CUNHA, EglaisaMicheline Pontes; PEDREIRA, Roberto Sampaio (Orgs.). Brasília: Ministério das Cidades, v. 06, 2008. 252 p. (Coleção Estudos e Pesquisa do Programa Nacional de Capacitação das Cidades).

_____. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. In: CARVALHO, Celso Santos; MACEDO, Eduardo Soares de; OGURA, Agostinho Tadashi (Orgs.). Brasília: Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007. 176 p.

_____. Ministério da Integração Nacional - MI. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres.**Anuário brasileiro de desastres naturais 2013**. Brasília: CENAD, 2014.106 p.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nº. 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais n° 1/92 a 91/ 2016 e pelo Decreto Legislativo n°. 186/2008. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016. 496 p.

_____. **Lei nº. 12.608, de 10 de Abril de 2012**. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 14 abr. 2021.

_____. **Manual de desastres – volume I - desastres naturais**.Brasília. 2003. 174 p.

_____. **Noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos**. 1 ed. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017. 96 p.

_____. **Decreto n°. 9.677, de 2 de janeiro de 2019**. Brasília, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9677.htm. Acessoem: 15 out. 2019.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Decreto n°. 10.593, de 24 de dezembro de 2020**. Brasília, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10593.htm#art44. Acessoem: 04 out. 2021.

BRAGANZA, K. et al. Simple indices of global climate variability and change: parte I-variability and correlation structure. **Climate Dynamics**, v. 20, n. 5, 2003.491-502 p.

CALBETE, Nuri O. et al. Precipitações intensas ocorridas no período de 1986 a 1996 no Brasil.**Climanálise-** Especial Edição comemorativa de 10 anos- MCT/INPE/CPTEC, 1996.

CARDONA, Omar Darío. El manejo de riesgos y los preparativos para desastres: compromisso institucional para mejorarlacalidad da vida. In: MANSILLA, Elizabeth. (Ed.). **Desastres**: modelo para armar. Colección de piezas de um rompecabezas social. 1996. 128-147 p.

_____. Evaluación de laamenaza, La vulnerabilidad y elriesgo: elementos para El Ordenamiento y laplaneacióndeldesarollo. In: MASKREY, Andrew (Comp.). **Los desastres no sonnaturales**. La Red,1993. 45-65 p.

_____. The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: A necessary review and critiscim for effective risk risk management. In: BANKOFF, G., FRERKS, G. HILHORST, D. (Eds). **Mapping vulnerability**: disasters, development and people.London: Sterling & VA: Earthscan, 2004. 37-51 p.

CARDOSO, Maria Mercedes. Estudio de la vulnerabilidade socio-ambiental a través de un índice sintético. Caso de distritos bajo riesgoinundación: santa fé, recreo y monte vera, provincia de santa fé, Argentina. **Caderno de Geografia**, v.27, n.48, 2017. 156-183 p.

CAVALCANTE, Diogo. Defesa civil nacional treina cidades de PE para lidarem com desastres. **Diário de Pernambuco**. Recife, 11 out. 2019. Disponível em: https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2019/10/defesa-civil-nacional-treina-cidades-de-pe-para-lidarem-com-desastres.html. Acesso em: 11 out. 2019.

CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS / THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTERS RISK REDUCTION - CRED/UNISDR. **The human cost of weather related disasters 1995-2015**. Ginebra/Brussels: CRED/UNISDR, 2015.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS - CEMADEN.**Municípios monitorados - Nordeste**. Disponível em: https://www.cemaden.gov.br/municipios-monitorados-2/.Acesso em: 11 out. 2019.

_____. **Sobre o CEMADEN**. Disponível em: https://www.cemaden.gov.br/historico/. Acesso em: 11 out. 2019.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). **Capacitação em gestão de riscos**. [recurso eletrônico]. 2 ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016. 270 p.

CHICO SCIENCE & NAÇÃO ZUMBI. **Da lama ao caos**. Rio de Janeiro: Chaos; Sony Music, 1994. CD.

CHUVAS torrenciais deixam mortos no Grande Recife. **Jornal do Commercio**, Recife, 24 jul. 2019. Disponível em: https://jc.ne10.uol.com.br/canal/cidades/geral/noticia/2019/07/24/chuvas-torrenciais-deixam-mortos-no-grande-recife-383949.php. Acesso em: 15 abr. 2020.

CISALPINO, Tiago Pinheiro; GUEDES, Gilvan Ramalho; BARBIERI, Alisson Flávio. Cidades médias e vulnerabilidade às mudanças climáticas no Brasil: elementos para integração do debate a partir de estudos de caso. **Climacom Cultura Científica - Pesquisa, Jornalismo e Arte**, n.5, 2016. 43-62 p. Disponível em: http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/?p=4929. Acesso em: 09 fev. 2019.

CLIMA & RADAR. **Recife**. 18 jun. 2021. Disponível em: https://www.climaeradar.com.br/ Acesso em: 18 jun. 2021.

CLIMATEMPO. **Chuva volumosa alaga e causa mortes em Recife**. 24 jul. 2019. Disponível em: https://www.climatempo.com.br/noticia/2019/07/24/chuva-volumosa-alaga-e-causa-mortes-em-recife-6814. Acesso em: 15 abr. 2020.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO AMBIENTAL E DE ADMINISTRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - CPRH. **Estimativa de emissões de poluentes atmosféricos provenientes de fontes estacionárias área de estudo**: região metropolitana do Recife (RMR).Recife: Indústrias Gráficas Barreto Limitada, 1994. 101 p.

CONFALONIERI, Ulisses Eugenio Cavalcanti. Global environmental change and health in Brazil: review of the presentsituation and proposal forindicators for monitoring these effects. In: Hogan, H. Jand M. T. Tolmasquim. **Human dimensions of global environmental change**: Brazilian Perspectives. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001. 43-77 p.

_____. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. São Paulo: **Terra Livre**, ano 19, v1. I, n. 20, 2003.193-204 p.

CONTI, José Bueno; ANGELO FURLAN, Sueli. Geoecologia: o clima, os solos e a biota. In: ROSS, Jurandyr L. Sanches (Org.). **Geografia do Brasil**. 5 ed. rev. e ampl. 1. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. 67-208 p.

COSTA SOBRINHO, Werton Francisco Rios. **Werton Costa explica sobre mudanças climáticas**.Youtube, 21 jul. 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=cKAp95uy86k. Acesso em: 07 mar. 2023.

DÍAZ, Alejandra; TRELLES, SANCHA; MURILLO, Juan Carlos. **A gestão do risco e a atenção de animais em situação de desastre**: aumenta a resiliência do setor pecuário: a experiência da Costa Rica: aumenta a resiliência do setor pecuário. São José: CR.: IICA, 2015. 92 p.

DUARTE, Cristiana Coutinho; NÓBREGA, Ranyére Silva; COUTINHO, Roberto Quental. Análise climatológica e dos eventos extremos de chuva no município do Ipojuca, Pernambuco. **Revista de Geografia** (UFPE), v. 32, n. 2, 2015. 158-176 p.

EMERGENCY EVENTS DATABASE - EM-DAT. **2018**: Extreme Weather Events Affected 60 million people. UNISDR and CRED InternationalDisasterDatabase. 2019. Disponível em: https://www.emdat.be/publications. Acesso em: 02 fev. 2019.

_____. **Reviem of Disaster Events**.Brussels, 2019.Disponível em: <https://www.emdat.be>. Acessoem: 14 fev. 2019.

ERIKSEN, Siri Hallstrom; O'BRIEN, Karen.Vulnerability, poverty and the need for sustainable adaptation measures.**Climate Policy**,n.7, 2007.337-352 p.

ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES DE LAS NACIONES UNIDAS- EIRD/ONU. **Terminología sobre reducciónde lriesgo de desastres**. Suiça: ONU, 2009. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf. Acesso em: 04 out. 2021.

ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES - EIRD. **Vivir com El riesgo**: informe mundial sobre iniciativas para lareducción de desastres. Geneva, CH, 2004. 134 p.

FERREIRA, Antonio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 01, n.01, 2005. 15-28 p.

FERREIRA, Vanderlei de Oliveira; OLIVEIRA, Karla Ramos de; MENDES SILVA, Mariana. Mudanças climáticas, uso do solo e recursos hídricos no Brasil: uma breve revisão bibliográfica. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 2016, Goiânia. **Anais**... Goiânia, 2016.582-592 p.

FORMATO 8 PRODUÇOES EDITORIAIS. **Pernambuco de A-Z**: Enchentes. Olinda, 2012. Disponível em: https://www.pe-az.com.br/o-estado/fenomenos-naturais/1400-enchentes. Acessoem: 06 jun. 2021.

GALL, Melanie et al. The unsustainable trend of natural hazard losses in the United States.**Sustainability**, n.3,2011.2157-2181 p.

Gil, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GIRÃO, Osvaldo. **Análise de processos erosivos em encostas na zona sudoeste da cidade do Recife - Pernambuco**. 2007. 305 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

GOMES, Josafá Henrique et al. Ocupação em área de risco de deslizamentos no córrego do Jenipapo, Recife, Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 05, n. 03, 2012.524-539 p.

GONÇALVES, Neyde Maria Santos. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MENDONÇA, Francisco; MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (Org.). **Clima urbano**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2015. 69-91 p.

GOSWAMI, Saptarsi et al.A review on application of data mining techniques to combat natural disasters.**Ain Shams Engineering Journal**, n.9, 2016.365-378 p.

GUHAR-SAPIR, Debby et al. **Annual disaster statistical review 2011**: the numbers and trends. 2012. 42 p.

GUSMÃO FILHO, Jaime de Azevedo. Risco geológico no Recife. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, ABGE, v. 3, 1993, Poços de Caldas. **Anais**... Poços de Caldas, 1993.

HERRMANN, Maria Lúcia de Paula; ALVES, Daniel Borini. Síntese dos desastres naturais de 1980 a 2010. In: HERRMANN, Maria Lúcia de Paula (Org.). **Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina**: período de 1980 a 2010. 2 ed. atual. e rev. Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 2014. 207-212 p.

HOFFMANN, Tereza Cristina Polato; MENDONÇA, Francisco; GOUDARD, Gabriela. Eventos climáticos extremos: inundação e gestão de riscos no Paraná. In: MENDONÇA, Francisco (Org.). **Riscos climáticos**: vulnerabilidades e resiliência associados.Jundiaí: Paço Editorial, 2014. 223-260 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL IN CLIMATE CHANGE (IPCC).**Cambio climático 2014**: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadrosmulticapítulos. Contribucióndel Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluacióndel Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. OrganizaciónMeteorológica Mundial, Ginebra (Suiza), 2014. 200 p.

_____. **Climate change 2001**: impacts, adaptation and vulnerability. Genebra, 2001.

_____. **Climate change 2013**: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker,T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013, 1535 p.

_____. Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2021**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, 2021.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO - IPA. **Previsão meteorológica de Pernambuco será a maior do nordeste**. 08 jun. 2010. Recife. Disponível em: http://www.ipa.br/noticias_detalhe.php?idnoticia=1789. Acesso em: 18 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTASTÍTICA - IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/. Acesso em: 01 fev. 2021.

_____. **População em áreas de risco no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 91 p.

_____. **Síntese de indicadores sociais**: em 2019, proporção de pobres cai para 24,7% e extrema pobreza se mantém em 6,5% da população. 12 nov. 2020. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29431-sintese-de-indicadores-sociais-em-2019-proporcao-de-pobres-cai-para-24-7-e-extrema-pobreza-se-mantem-em-6-5-da-populacao. Acesso em: 01 fev. 2021.

_____. **Síntese de indicadores sociais**: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

IBGE reintegra município de Goiana à zona da mata de Pernambuco. **G1 PE**. Recife, 17 nov. 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2020/11/17/ibge-reintegra-municipio-de-goiana-a-zona-da-mata-de-pernambuco.ghtml. Acesso em: 07 nov. 2023.

JANSSEN, Marco A.; OSTROM, Elinor.Resilience, vulnerability, and adaptation: a cross-cutting theme of the international human dimensions programme on global environmental change. **Global Environmental Change**,v.16, n.3, 2006.235-316 p.

JATOBÁ, Lucivânio. Conhecendo o meio ambiente de Pernambuco. In: ANDRADE, Manuel Correia de. (Coord.). **Atlas escolar de Pernambuco**: espaço geo-histórico e cultural. João Pessoa: Editora Grafset, 2003. 27- 66 p.

_____. **Elementos de climatologia e geomorfologia do tropico semiárido brasileiro**. Recife, 2019. 50 p. (Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Ambientais da UFPE - PROFCIAMB).

_____. A cobertura vegetal primitiva de Pernambuco. In: ANDRADE, Manuel Correia de. (Coord.). **Geografia de Pernambuco**: ambiente e sociedade. João Pessoa: Editora Grafset, 2009.
_____. As condições geológicas. In: ANDRADE, Manuel Correia de. (Coord.). **Geografia de Pernambuco**: ambiente e sociedade. João Pessoa: Editora Grafset, 2009.

_____. Uma breve caracterização da geohistória do baixo curso do Rio Capibaribe (PE). In: JATOBÁ, Lucivânio; LINS, Rachel Caldas; SILVA, Alineaurea Florentino. **Tópicos especiais de geografia física**. 2 ed. Petrolina: Progresso, 2014. 143-162 p.

KOBIYAMA, Masatoet al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. 1 ed. Florianópolis: Ed. Organic Trading, 2006. 109 p.

KÖPPEN, William**. The climates of nortamerica**.R.Handbuch der Klimatologie, Berlim, 1948.

LAVELL, Allan. **La gestión local delriesgo: nociones y precisions entorno al concepto y lapráctica**. Guatemala: CEPREDENAC/ PNUD, 2003. 101 p.

LEAL, Douglas Cristino.Radar meteorológico e sua importância na previsão de desastres naturais. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA / I CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2017, Campinas... **Anais**... Campinas, 2017...4129-4140 p.

LICCO, Eduardo Antonio. Vulnerabilidade social e desastres naturais: uma análise preliminar sobre Petrópolis, Rio de Janeiro.**Revista de Saúde, MeioAmbiente e Sustentabilidade**, v. 8, n. 1, 2013.

LOAYZA, Norman et al. Natural disastersandgrowth: goingbeyondtheaverages. **World Development**, v. 40, n.7, 2012. 1317-1336 p.

LONDE, Luciana de Resende et al. Vulnerabilização, saúde e desastres socioambientais no litoral de São Paulo: desafios para o desenvolvimento sustentável. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, 2018. 1-24 p.

LUDWIG, Leandro; MATTEDI, Marcos Antônio. As tecnologias da informação e comunicação na gestão dos riscos de desastres socioambientais. **Ambiente&Sociedade**, v. 21, 2018.1-22 p.

MACHADO, Célia Cristina Clemente et al. Distúrbio ondulatório de leste como condicionante a eventos extremos de precipitação em Pernambuco. **RevistaBrasileira de Climatologia**, v. 11, 2012.146-188 p.
MAIO termina como o mês mais chuvoso do ano no Recife. **Jornal do Commercio**. Recife, 31 maio 2017. Disponível em:https://jc.ne10.uol.com.br/canal/cidades/geral/noticia/2017/05/31/maio-termina-como-o-mes-mais-chuvoso-do-ano-no-recife-286944.php. Acesso em: 24 out. 2021.

MAIS de 90% da população brasileira viverá em cidades em 2030. **ONU News**, 2016. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2016/10/1566241-mais-de-90-da-populacao-brasileira-vivera-em-cidades-em-2030.Acesso em: 01 fev. 2021.

MANUEL-NAVARRETE, David; PELLING, Mark.Subjectivity and the politics of transformation in response to development and environmental change.**Global Environmental Change**, v. 35, 2015.558-569 p.

MARANDOLA JR., Eduardo; HOGAN, Daniel Joseph. Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 22, n.1, 2005.29-53 p.

MARCELINO, Emerson Vieira. **Desastres naturais e geotecnologias**: conceitos básicos. Santa Maria: INPE/CRS, 2008. 38 p. (Caderno Didático n°. 1).

MARCELINO, Emerson Vieira; NUNES, Luci Hidalgo; KOBIYAMA, Masato. Mapeamento de risco de desastres naturais do Estado de Santa Catarina. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 17, 2006. 72-84 p.

MARCHEZINI, Victor; LONDE, Luciana de Resende; BERNARDES, Tiago; CONCEIÇÃO, Rodrigo Silva da;SANTOS, ElisaVolker dos; SAITO, Silvia Midori; SOLER, Luciana; SILVA, Ana Elisa Pereira da; BORTOLETTO, Katia Cristina; MEDEIROS, Maria das Dores S.; GONÇALVES, Demerval A. Sistema de alerta de risco de desastres no Brasil: desafios à redução da vulnerabilidade institucional. In: MARCHEZINI, Victor; WISNER, Ben; LONDE, Luciana R; SAITO, Silvia M. (Orgs.). **Reduction of vulnerability to disasters**: from knowledge to action. São Carlos: Rima Editora, v.1, 2017. 287-310 p.

MASKREY, Andrew. **El manejo popular de los desastres naturales -estudios de vulnerabilidad y mitigación**. Lima, 1989.208 p.

MEDEIROS, Biancca Correia de.; MEDEIROS, Raimundo Mainar de. Variabilidade da precipitação pluvial no município de Gilbués - PI, Brasil. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 2016, Campina Grande... **Anais**... Campina Grande, 2016...

MEDEIROS, Raimundo Mainar de. Mudanças do Enso com relação à precipitação e dias com chuvas em Recife - PE, Brasil. **Revista Mirante**, v. 11, n.8, 2018. 222-240 p.

MENDONÇA, Francisco (Org.). **Riscos climáticos**: vulnerabilidades e resiliência associados. Jundiaí: Paco Editorial, 2014. 388 p.

_____.**Riscos híbridos**: concepções e perspectivas socioambientais. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.

MENDONÇA, Francisco; BUFFON, Elaiz Aparecida Mensch. Riscos híbridos. In: MENDONÇA, Francisco (Org.). **Riscos híbridos**: concepções e perspectivas socioambientais. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. 13-38 p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MENDONÇA, Francisco; MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (Org.). **Clima urbano**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2015. 09-67 p.

MOURA, Geber B. de A.et al. Relação entre a precipitação do leste do Nordeste do Brasil e a temperatura dos oceanos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 4, 2009. 462-469 p.

NARVÁEZ, Lizardo; LAVELL, Allan; ORTEGA, Gustavo Pérez. **La gestióndelriesgo de desastres**: um enfoque basado em procesos. San Isidro: Secretaría General de La Comunidad Andina, 2009. 102 p.

NASCIMENTO JÚNIOR, Lindberg. Perspectivas da variabilidade climática. **Geografia em Questão**, v. 10, n.1, 2017. 95-114 p.

NEUHAUS, Francieli. **Influência das mudanças climáticas no regime pluviométrico em Erechim/RS no século XXI**. 2017. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental- Universidade Federal da Fronteira do Sul, Erechim, 2017.

NÓBREGA, RanyéreSilva;FARIAS,RafhaelFhelipe de Lima. Eventos extremos pluviais em Jaboatão dos Guararapes: climatologia e estudo de caso. **Revista do Departamento de Geografia** (USP), v. Esp., 2016. 70-82 p.

NÓBREGA, Ranyére Silva; SANTIAGO, Gabriela Ayane Chagas Felipe; SOARES, Deivide Benício. Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol. 18, 2016. 276-292 p.

NUNES, Aline de Araújo; PINTO, Eber José de Andrade; BAPTISTA, Márcio Benedito. Análise de tendência para eventos extremos de precipitação na região metropolitana de Belo Horizonte. In: XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRICOS, 2015, Brasília. **Anais**... Brasília, 2015. 1-8 p.

OLÍMPIO, João Luís Sampaio; ZANELLA, Maria Elisa. Riscos naturais: conceitos, componentes e relações entre natureza e sociedade. **Revista RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 40, 2017. 94-109 p.

OLIVEIRA, Julimara de Souza Costa et al. Soluções individuais de abastecimento de água para consumo humano: questões para a vigilância em saúde ambiental. **Cad. Saúde Colet**., v.25, n.2, 2017. 217-224 p. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/cadsc/v25n2/1414-462X-cadsc-25-2-217.pdf. Acesso em: 19 ago.2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Escritório das Nações Unidas para a redução de riscos de desastres. **Como construir cidades mais resilientes**: um guia para gestores públicos locais. Genebra, 2012. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/26462_guiagestorespublicosweb.pdf. Acesso em: 25 out. 2021.

_____. Enchentes e tempestades dominaram os desastres naturais nos últimos 50 anos.**ONU News**, 23 jul. 2021. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2021/07/1757572. Acesso em: 27 jul. 2021.

_____. ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050. **ONU News**, 2019. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701. Acessoem: 30 mar. 2020.

_____.**United Nations Conference on Human Settlements - Habitat I**. Vancouver, 1976.Disponível em: https://www.un.org/en/conferences/habitat/vancouver1976. Acesso em: 23 nov. 2021.

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente. **Plano estadual de recursos hídricos**. Documento Síntese. Recife: SECTMA, 1998.

_____. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. **A região metropolitana do Recife**. 2020. Disponível em: https://www.pdui-rmr.pe.gov.br/RMR. Acesso em: 17 ago. 2020.

_____. **Audiência pública municipal Recife**: plano de desenvolvimento urbano integrado região metropolitana do Recife. 2019. Disponível em: https://fliphtml5.com/usplb/fraq/basic. Acesso em: 26 ago. 2020.

_____. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. **Municípios da RMR**. 2020. Disponível em: https://pdui-rmr.pe.gov.br/municipios. Acesso em: 17 ago. 2020.

_____. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS). **Plano Estadual de Mudanças Climáticas**. Recife (PE): Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), 2011.

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos. **Mapa de suscetibilidade a deslizamentos na Região Metropolitana do Recife**. 2007.120 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Centro de Tecnologia e Geociências - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

PHILIPPI JR, Arlindo; MALHEIROS, Tadeu Fabrício. Saúde ambiental e desenvolvimento. In: PHILIPP Jr, Arlindo; PELICIONI, Maria Cecília Focesi (Eds.). Educaçãoambiental e sustentabilidade.Barueri: Manole, 2005.

PIVETTA, Marcos. Um Brasil mais vulnerável no século XXI.**Revista Pesquisa FAPESP**,São Paulo, ed. 249, 2016. 16-23 p.

RAMOS, Cristhiane da Silva; SANCHEZ, Miguel Cezar. Estudo metodológico de classificação de dados para cartografia temática. **Geografia**, v.25, n. 2, 2000. 23-52 p.

SALATA, André Ricardo; RIBEIRO, Marcelo Gomes. **Boletim desigualdade nas metrópoles**. Porto Alegre, n. 4, 2021.

SALVADOR. **Codesal informa como agir quando a sirene é acionada em área de risco**. 13 abr. 2021. Disponível em: http://www.comunicacao.salvador.ba.gov.br/index.php/todas-as-noticias/58188-codesal-informa-como-agir-quando-a-sirene-e-acionada-em-area-de-risco. Acesso em: 14 abr. 2021.

_____. **Conte com a nova CODESAL**: ela está mais moderna e preparada para atender você. Out.2015. Disponível em: http://www.codesal.salvador.ba.gov.br/images/pdf/Cartilha_Codesal.pdf. Acesso em: 24 abr. 2021. (Cartilha Nova CODESAL).

_____. **Decreto n°. 26.459, de 15 de setembro de 2015**. Salvador, 2015. Disponível em: http://www.defesacivil.salvador.ba.gov.br/images/DECRETO%20N%2026.459%20de%2015%20de%20setembro%20de%202015.pdf. Acesso em: 24abr. 2021.

_____. **Decreto n°. 5.396, de 31 de maio de 1978**. Salvador, 1978. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a1/ba/s/salvador/decreto/1978/539/5396/decreto-n-5396-1978-cria-comissao-de-defesa-civil-da-cidade-do-salvador-codesal?r=c. Acesso em: 24abr. 2021.

_____. **Planos e projetos**. Disponível em: http://www.codesal.salvador.ba.gov.br/index.php/acoes/acao-1. Acesso em: 24 abr. 2021.

_____. **Pluviômetros**. Disponível em: http://www.codesal.salvador.ba.gov.br/index.php/pluviometros. Acesso em: 14 abr. 2021.

SAMPAIO, Gilvan. **O El Niño e você - o fenômeno climático**. 1 ed. São José dos Campos: Transtec Editorial, 2001. 116 p.

SANTA CATARINA. Secretaria Estadual da Defesa Civil. **Gestão de risco de desastres**. (s.d.) . Disponível em: https://www.defesacivil.sc.gov.br/images/doctos/seminarios/Gestao_de_RISCO_de_desastres_BAIXA.PDF. Acesso em: Acesso em: 24 abr. 2021.

SANTANA, John Kennedy Ribeiro deet al. Análise da evolução das áreas de perigo a escorregamentos no bairro da Macaxeira, Recife (PE). **Revista Equador**, v. 8, n.2, 2019. 240-256 p.

SANTOS, Alizete dos. **Riscos geomorfológicos e hidrológicos em Aracaju**. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - PósGraduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2012.

SANTOS, Carlos Antonio Costa dos. **Estimativa e tendências de índices de detecção de mudanças climáticas com base na precipitação diária no Rio Grande do Norte e na Paraíba**. 2006. 98 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Pós Graduação em Meteorologia - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

SANTOS, Leandro Diomério João dos et al. Vulnerabilidades a eventos pluviais de alta magnitude da cidade do Recife - Pernambuco/Brasil. **Revista de Geografia**, v. 9, n.2, 2019. 160-185 p.

SILVA, Alineaurea Florentino. Condições naturais e uso do solo. In: JATOBÁ, Lucivânio; LINS, Rachel Caldas; SILVA, Alineaurea Florentino. **Tópicos especiais de geografia física**. 2 ed. Petrolina: Progresso, 2014. 109-142 p.

SILVA, Fernando Arthur Alves da; BARBOSA, Bárbara Gabrielly Silva; DUARTE, Cristiana Coutinho. Análise da interação entre os eventos pluviométricos e ações antrópicas como agentes deflagradores de deslizamentos na Zona Norte do Recife. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, 2019. 01-11 p.

SILVA, Misael José da; GALVÍNCIO, JosiclêdaDomiciano; COSTA, Valéria Sandra de Oliveira. Abordagem interdisciplinar sobre a influência da zona de convergência intertropical - zcit no nordeste brasileiro. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Especiais**, Recife, vol. 9, n. 1, 2017. 107-117 p.

SILVEIRA, Markus Vinicius; CARDOSO, Christiano. Promoção da cultura de prevenção de desastres. **Revista Ordem Pública e Defesa Social**, vol. 9, n.1, 2016. 211-222 p.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES - S2ID. **Biblioteca virtual**. Ministério da Integração Nacional. Brasília. Disponível em: https://s2id.mi.gov.br/ Acesso em: Acesso em: 24 abr. 2021

SMIT, Barry.; WANDEL, Johanna. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability.**Global Environmental Change**, v. 16, n.3, 2006.282-292 p.

SOBREVIVENTES do deslizamento em dois unidos ainda estão sem água. **Jornal do Commercio**. Recife, 06 jan. 2020. Disponível em: https://jc.ne10.uol.com.br/canal/cidades/regional/noticia/2020/01/06/sobreviventes-do-deslizamento-em-dois-unidos-ainda-estao-sem-agua-396576.php. Acesso: 09mar. 2021.

SOMAR METEOROLOGIA. **Entenda como é feita a previsão do tempo**. 25 abr. 2018. Disponível em: https://blog.somarmeteorologia.com.br/entenda-como-e-feita-a-previsao-do-tempo/. Acesso em: 03 fev. 2021.

SOUZA, Maria Angela de Almeida; DINIZ, Fabiano da Rocha; CAVALCANTI, Eugênia Giovanna Simões Inácio. Das pestes do século XVII à pandemia do século XXI no Recife: regulamentações da vida urbana e desafios ao direito à cidade. **Revista de Direito da Cidade**, v. 13, n. 2, 2021. 820-865 p.

SOUZA, Werônica Meira de; AZEVEDO, Pedro Vieira de; ARAÚJO, Lincoln Eloi de. Classificação da precipitação diária e impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife -PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n.2, 2012. 250-268 p.

SOUZA, Werônica Meira de. **Impactos socioeconômicos e ambientais dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife-PE**. 2011. 121 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Pós - Graduação em Recursos Naturais - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

STEINKE, Ercilia Torres; ANDRADE, Gisele de Souza; SAITO, Carlos Hiroo. Análise da variabilidade da temperatura do ar e da precipitação no Distrito Federal no período de

1965/2003 e sua relação com uma possível alteração climática. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, 2005. 131-145 p.

TECNOLOGIA é aliada da população na previsão de Chuvas, em Chã Grande. **Amaraji Notícia**. 06 jun. 2017. Disponível em: https://amarajinoticia.com.br/2017/06/tecnologia-e-aliada-da-populacao-na-previsao-de-chuvas-em-cha-grande/. Acessoem: 18 out. 2019.

TOBIN, Graham. A; MONTZ, Burrel E. **Natural hazards**: explanation and integration. New York: The Guilford Press, 1997. 388 p.

TOMINAGA, Lídia Keiko. Escorregamentos.In: TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela (Orgs.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. 1 ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 24-38 p.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **Revista de Gestão de Águas da América Latina**, v. 1, n. 1, 2004. 59-73 p.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - UNFCCC.**United Nations Framework Convention on Climate Change**.1992.Disponível em: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf.Acessoem: 25 out. 2021.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR).**Terminology on Disaster Risk Reduction**.United Nations Internacional Strategy for Disaster Reduction, Geneva, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA; CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (UFSC-CEPED). **Atlas brasileiro de desastres naturais**: 1991 a 2012. 2 ed. rev. ampl. volume Pernambuco. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 130 p.

_____. **Gestão de riscos de desastres** / texto Janaína Rocha Furtado. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012. 14 p.

VALENCIO, Norma. Da "área de risco" ao abrigo temporário: uma análise dos conflitos subjacentes a uma territorialidade precária. In: VALENCIO, Norma et al. (Orgs). **Sociologia dos desastres - construção, interfaces e perspectivas no Brasil**. São Carlos: RiMa Editora, 2009. 34-47 p.

VASCONCELOS, Ana Cecília Feitosa de; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde; FREIRE, Eliza Maria Xavier. Vulnerabilidade socioambiental: proposição de temas e indicadores para cidades brasileiras. **Gaia Scientia**, v. 13, 2019. 1-18 p.

VASCONCELOS, Thatiana Lima; SÁ, Lucilene Antunes Correia Marques de. A cartografia histórica da Região Metropolitana do Recife. In: 1º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA HISTÓRICA, v. 1, 2011, Paraty. **Anais**... Paraty, 2011.

VEYRET, Yvette; RICHEMOND, Nancy Meschinet. "O risco, o risco: definições e vulnerabilidades do risco". In: VEYRET, Yvette (Org.). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Trad. Dilson Ferreira. São Paulo: Contexto, 2007. 23-80 p.

VIANA, Viviane Japiassú. **Gestão de risco de desastre no Brasil: leitura das estratégias locais de redução de riscos de inundação em Nova Friburgo, RJ**. 2016. 407 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

VIEIRA, Felipe. Cheia de 1975 no Recife - uma tragédia em busca de memória. **Jornal do Commercio**. Recife, 25 abr. 2015. Disponível em: https://jc.ne10.uol.com.br/canal/cidades/geral/noticia/2015/04/25/cheia-de-1975-no-recife---uma-tragedia-em-busca-de-memoria-178266.php. Acesso: 08mar. 2021.

WERNECK, Guilherme Loureiro; CARVALHO, Marília Sá. Cad. A pandemia de Covid-19 no Brasil: crônica de uma crise sanitária anunciada. **Cad. Saúde Pública**, v.36, 2020.

WINDY. **Recife**. 18 jun. 2021. Disponível em: https://www.windy.com/?-7.994,-34.937,5 Acesso em: 07 jun. 2021.

WILCHES-CHAUX, Gustavo. La vulnerabilidad global. In: MASKREY, Andrew (Comp.). **Los desastres no sonnaturales**. Colombia: LA RED/ITDG, 1993. 11-44 p.

WISNER, Ben; GAILLARD, JC, KELMAN, Llan.Framing disaster: theories and stories seeking to understand hazards, vulnerability and risk.In: WISNER, Ben; GAILLARD, JC, KELMAN, Llan.**The Routledge Handbook of Hazards and Disaster Risk Reduction**.London: Routledg, 2011. 18-33 p.

WOLFFENBÜTTEL, Andréa. O que é? índice de Gini. **Revista Desafios do Desenvolvimento**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. Ano 1. Ed. 4. 2004. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2048:catid=28. Acesso em: 21 set. 2021.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO).**A disaster risk reduction roadmap for the world meteorological organization**.2017. Disponível em: https://public.wmo.int/en/resources/library/disaster-risk-reduction-roadmap-world-meteorological-organization. Acessoem: 03 fev. 2021.

_____. **2020State of climate services**: risk information and early warning systems. 2020. Disponível em: https://public.wmo.int/en/resources/library/2020-state-of-climate-services-report. Acesso em: 27 set. 2021.

YODMANI, Suvit. **Disaster risk management and vulnerability reduction**: protecting the poor. Paper presented at the asian and pacific forum on poverty. Manila: 5-9, 2001.

ZANELLA, Maria Elisa; OLÍMPIO, João Luís Sampaio. Impactos pluviais, risco e vulnerabilidades em Fortaleza-CE. In: MENDONÇA, Francisco (Org.). **Riscos climáticos**: vulnerabilidades e resiliência associados.Jundiaí: Paco Editorial, 2014. 115-136 p.

ZIRPOLI, Cassio. Arruda, aflitos e ilha do retiro inundados na cheia de 1975, no susto de tapacurá. **Diário de Pernambuco**. Recife, 21 jul. 2015. Disponível em: http://blogs.diariodepernambuco.com.br/esportes/2015/07/21/arruda-aflitos-e-ilha-do-retiro-inundados-na-cheia-de-1975-no-susto-de-tapacura/. Acesso em: 06 jun. 2021.