



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
PERNAMBUCO

Campus Recife

Departamento Acadêmico de Cursos Superiores – DACS

Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental

CAMILA DA SILVA NASCIMENTO

**ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO AOS IMPACTOS  
DECORRENTES DA MUDANÇA DO CLIMA NO BAIRRO COHAB, RECIFE-PE**

RECIFE

2024

CAMILA DA SILVA NASCIMENTO

**ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO DA MUDANÇA DO CLIMA NA  
COHAB-RECIFE**

Monografia apresentada como requisito de conclusão do Curso Tecnológico em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Pernambuco, Recife, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Hernande Pereira

RECIFE

2024



N244e  
2024

Nascimento, Camila da Silva.

Estratégias de adaptação e mitigação aos impactos decorrentes da mudança do clima no bairro Cohab, Recife-PE / Camila da Silva Nascimento. --- Recife: O autor, 2024.

124f. il. Color.

TCC (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Pernambuco, 2024.

Indui Referências.

Orientador: Professor Dr. Hernande Pereira.

1. Gestão ambiental. 2. Mudanças climáticas. 3. Enchentes. 4. Deslizamento de terra. I. Título. II. Pereira, Hernande. (orientador). III. Instituto Federal de Pernambuco.

CDD 363.7 (21ed.)

Catálogo na fonte: Emmely Silva CRB4/1876

**ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO AOS IMPACTOS  
DECORRENTES DA MUDANÇA DO CLIMA NO BAIRRO COHAB, RECIFE-PE**

Trabalho aprovado. Recife, 07/10/2024

---

Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva  
Orientador - IFPE/UFRPE

---

Prof. Dr. José Severino Bento da Silva  
Examinador Interno - CGAM/IFPE

---

MSc Rayanna Barroso de Oliveira Alves  
Examinador Externo - DSR/INPE

---

MSc Eric Bem dos Santos  
Examinador Externo - PPGB/UFRPE

RECIFE  
2024

## **AGRADECIMENTOS**

É com imensa gratidão que desejo expressar meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram para a realização do meu Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Gestão Ambiental. Esta conquista não teria sido possível sem o apoio, encorajamento e orientação das pessoas especiais que me cercaram ao longo deste percurso.

Primeiramente, quero expressar minha profunda gratidão aos meus pais, Angela Maria da Silva e José Isaac Juvino do Nascimento e às minhas irmãs Cassandra da Silva Nascimento e Cassiana da Silva Nascimento. Seu amor incondicional, apoio emocional e confiança em mim foram alicerces essenciais para cada passo que dei em direção a este momento. Suas palavras de encorajamento sempre foram o combustível que impulsionou meu compromisso com a excelência acadêmica.

Ao corpo docente do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, quero estender meu agradecimento pelo conhecimento compartilhado, pela dedicação em nos preparar para os desafios do campo ambiental e pelo constante estímulo à busca pelo saber. Cada professor e professora contribuiu para a minha formação de maneira única, e sou grato por cada lição aprendida em suas salas de aula.

Meus amigos e colegas do curso em Gestão Ambiental. Compartilhamos risadas, debates, desafios e vitórias ao longo desses anos. O apoio mútuo e a troca de conhecimento enriqueceram minha experiência acadêmica, e sou grata por cada momento que passamos juntos.

Em especial as minhas amigas que no curso fiz, Beatriz da Silva Nascimento e Queylla Aparecida de Barros Oliveira, em que nos apoiamos, nos incentivamos, nos orientamos. Por acreditarem em mim, sem elas não seria possível a elaboração desta pesquisa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva, minha sincera gratidão por sua orientação dedicada e expertise ao longo do desenvolvimento do meu Trabalho de Conclusão de Curso. Sua visão crítica e insights valiosos moldaram minha pesquisa e me incentivaram a superar obstáculos, tornando possível alcançar os resultados que hoje compartilho com orgulho.

Não posso deixar de agradecer a toda a equipe do Núcleo de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (GEOSERE) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), cuja colaboração foi essencial para a realização deste trabalho. Sua expertise técnica e apoio logístico foram fundamentais para a coleta e análise dos dados, permitindo que minha pesquisa fosse abrangente e precisa.

Por fim, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), estendo minha gratidão pela estrutura educacional excepcional que proporcionou. As oportunidades de aprendizado, a infraestrutura e o ambiente acadêmico propício à criatividade e inovação foram fatores cruciais para meu crescimento pessoal e profissional.

A cada um de vocês, expresso meus mais profundos agradecimentos. Esta etapa da minha vida é marcada por sua influência e apoio, e carregarei as lições aprendidas e as conexões estabelecidas para as futuras empreitadas. A jornada pode ter chegado a uma conclusão, mas o impacto que cada um de vocês teve em minha vida continuará a inspirar-me a alcançar voos mais altos.

“Inteligência é a habilidade das espécies para viver em harmonia com o meio ambiente”

Paul Watson

## RESUMO

Os desafios das regiões metropolitanas brasileiras, situadas no litoral em preparar-se para os cenários futuros de perigos climáticos, já se apresentam em estatísticas acerca do estado em que as metrópoles se encontram. As mudanças climáticas representam uma ameaça crescente para as áreas urbanas, intensificando eventos climáticos extremos como chuvas intensas e ondas de calor. Ambientes de risco urbano estão preferencialmente ligados a ocorrências geomorfológicas relacionados a eventos hidrológicos, ausência de zonas de ambiente natural e ampla urbanização. Esses fenômenos afetam especialmente os bairros localizados em morros e encostas, onde as habitações frequentemente enfrentam riscos elevados. Este estudo se baseia em uma ampla revisão da literatura sobre as mudanças climáticas, seus impactos urbanos e as estratégias de adaptação e mitigação disponíveis. Além disso, são verificadas as áreas de risco a deslizamentos de terra e enchentes causadas por chuvas intensas, a fim de compreender a vulnerabilidade do bairro em questão. Dados de georreferenciamento também são utilizados para avaliar o risco e a suscetibilidade das áreas de morros e encostas. No âmbito da adaptação, são propostas estratégias que incluem o fortalecimento da infraestrutura de drenagem, a implementação de sistemas de alerta precoce e o planejamento de uso do solo adequado. Para a mitigação, a ampliação da arborização urbana toma frente como estratégia para a redução das emissões de gases de efeito estufa a nível local. Por meio deste estudo, espera-se fornecer observações sobre a gestão ambiental e o planejamento urbano em bairros suscetíveis a deslizamentos de terra e enchentes devido a chuvas intensas, contribuindo assim para a construção de comunidades mais seguras e resilientes em um cenário de mudanças climáticas contínuas.

**Palavras chave:** Mudanças climáticas; risco urbano; adaptação; mitigação; vulnerabilidade.

## **ABSTRACT**

The challenges faced by Brazilian coastal metropolitan regions in preparing for future climate hazard scenarios are already evident in statistics on the state of these metropolises. Climate change poses a growing threat to urban areas, intensifying extreme weather events such as heavy rainfall and heat waves. Urban risk environments are preferentially linked to geomorphological occurrences related to hydrological events, the absence of natural habitats, and extensive urbanization. These phenomena especially affect neighborhoods located on hills and slopes, where housing often faces high risks. This study is based on a comprehensive review of the literature on climate change, its urban impacts and available adaptation and mitigation strategies. In addition, risk areas for landslides and floods caused by heavy rains are verified in order to understand the vulnerability of the neighborhood in question. Georeferencing data is also used to assess the risk and susceptibility of hill and slope areas. In the context of adaptation, strategies are proposed that include the strengthening of drainage infrastructure, the implementation of early warning systems and adequate land use planning. For mitigation, the expansion of urban trees takes the lead as a strategy for reducing greenhouse gas emissions at the local level. Through this study, it is expected to provide a practical roadmap and valuable guidelines for environmental management and urban planning in neighborhoods susceptible to landslides and floods due to intense rains, thus contributing to the construction of safer and more resilient communities in a scenario of continuous climate change.

**Keywords:** Climate change; urban risk; adaptation; mitigation; vulnerability

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mudança de temperatura global em áreas continentais e na média global, de 1850 a 2018, compiladas pelo IPCC.....	20
Figura 2 - Temperatura média no Brasil de 1890 a 2019, em valores anuais e em médias móveis de dez anos.....	21
Figura 3 - Linha do tempo dos marcos históricos do meio ambiente.....	29
Figura 4 - Número de desastres de movimento de massa registrados no Estado de Pernambuco entre 1991 a 2022.....	37
Figura 5 - Movimentos de massa em Pernambuco entre os anos 1997 a 2022.....	38
Figura 6 - Número de desastres por alagamento registrados no Estado de Pernambuco entre 1991 a 2022.....	39
Figura 7 - Alagamentos em Pernambuco entre os anos de 2000 e 2022.....	40
Figura 8 - Ocorrências de alagamentos, inundações e chuvas intensas em Pernambuco entre os anos de 1991 a 2022.....	40
Figura 9 - Etapas de financiamento de um projeto de MDL.....	50
Figura 10 - Modelo REDD+ no Brasil.....	51
Figura 11- Arquitetura de Sistema de Informação Geográfica.....	55
Figura 12 - Captação de imagens orbitais.....	56
Figura 13 - Satélite Worldview imageando a terra.....	57
Figura 14 - Fluxograma da metodologia utilizada para a pesquisa.....	58
Figura 15 - Localização da Cidade de Recife/PE.....	60
Figura 16 - Médias climatológicas calculadas a partir de uma série de dados de 30 anos observados em Recife.....	61
Figura 17 - Localização do bairro da COHAB, Recife.....	63
Figura 18 - Bairros do Recife e suas divisões político-administrativas.....	63
Figura 19 - Divisão territorial do bairro da COHAB.....	65
Figura 20 - Delimitação do bairro da COHAB junto a Jaboatão dos Guararapes.....	67
Figura 21 - Visita a campo na Avenida Rio Grande na localidade UR-1 no bairro da COHAB, Recife.....	69
Figura 22 - Visita a campo na Rua Guerra Junqueiro na Localidade UR-1 no bairro da COHAB, Recife.....	70
Figura 23 - Localização das figuras no bairro da COHAB.....	73
Figura 24 - Comparação das áreas verdes e áreas construídas entre 2005 e 2022 no bairro COHAB, Recife - PE.....	73
Figura 25 - Gráfico de percentual de áreas verdes e áreas construídas entre os anos 2005 e 2022.....	75
Figura 26 - Percentual de mudanças na passagem de anos (2005 - 2022).....	75
Figura 27 - Cicatriz após deslizamento de barreira em Monte Verde, COHAB.....	77
Figura 28 - Localidades do bairro da COHAB com maiores níveis de impermeabilização....	79
Figura 29 - Barreiras expostas e com lonas na localidade da UR-1.....	80
Figura 30 - Vista das localidades Lagoa Encantada e UR-1.....	81
Figura 31 - Canal situado na avenida Dr. Benigno Jordão de Vasconcelos, em Lagoa Encantada.....	82
Figura 32 - Cicatriz de deslizamento em uma barreira na localidade de Lagoa Encantada...	82
Figura 33 - Localidades do bairro da COHAB em 2022.....	84



Figura 34 - Morro ocupado por moradias na localidade de Três Carneiros.....	85
Figura 35 - Encosta com solo exposto e com depósitos de lixo na localidade da UR-1.....	85
Figura 36 - Depósitos residenciais de lixo próximo a um morro na localidade de Lagoa Encantada.....	86
Figura 37 - Depósitos residenciais de esgoto na localidade de UR-5.....	86
Figura 38 - Rua Martins Fonte paralela ao canal na rua Vale do cariri na localidade de UR-5, que sofre alagamentos.....	87
Figura 39 - Morro com presença de lonas na localidade da UR-4.....	88
Figura 40 - Áreas de risco analisadas no bairro da COHAB em 2022.....	89
Figura 41 - Áreas de risco por deslizamentos no bairro da COHAB, Recife.....	90
Figura 42 - Áreas de risco por alagamentos no bairro da COHAB, Recife.....	91
Figura 43 - Alagamento na Rua Dr. Benigno Jordão de Vasconcelos em Lagoa Encantada.....	92
Figura 44 - Implantação de corredor verde na Av. Agamenon Magalhães, Recife.....	96
Figura 45 - Geomanta em morro na localidade da UR-1.....	98
Figura 46 - Muro de arrimo em construção na localidade de Monte Verde.....	99
Figura 47 - Morro sem a presença de cobertura vegetal e com possibilidade de deslizamentos na localidade de Três Carneiros.....	100

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados sobre imagens adquiridas em CD.....	68
Tabela 2 - Percentual de cobertura vegetal e áreas impermeáveis de 2005 a 2022.....	74
Tabela 3 - Percentual de Áreas Verdes e Áreas Construídas (2005 - 2022).....	76
Tabela 4 - Parâmetros socioambientais da Cidade de Recife e de seu bairro COHAB.....	76
Tabela 5 - Percentual das áreas de risco analisadas no bairro da COHAB em 2022.....	89

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de impactos regionais projetados.....	24
Quadro 2 - Principais poluentes, origem e impactos na saúde.....	41
Quadro 3 - Definições de SIG.....	53

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

**AbE** - Adaptação baseada em ecossistemas

**APAC** - Agência Pernambucana de Águas e Clima

**AR5** - 5º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas

**BBC** - Corporação Britânica de Radiodifusão

**BID** - Banco Interamericano de Desenvolvimento

**COBRADE** - Classificação e Codificação Brasileira de Desastres

**COHAB** - Companhia de Habitação do Recife

**CONDEPE/FIDEM** - Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco

**EA** - Educação Ambiental

**FESP** - Funções Essenciais da Saúde Pública

**GEE** - Gases de Efeito Estufa

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**INPE** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**IPCC** - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas

**MMA** - Ministério do Meio Ambiente

**NASA** - National Aeronautics and Space Administration (Estados Unidos)

**OCDE** - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

**ODM** - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

**ODS** - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

**OMS** - Organização Mundial da Saúde

**ONU** - Organização das Nações Unidas

**OPAS** - Organização Pan-Americana de Saúde

**PNA** - Plano Nacional de Adaptação

**PNAS** - National Academy of Sciences (Estados Unidos)

**PNUD** - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

**PNUMA** - Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente

**QGIS** - Sistema de Informação Geográfica

**REDD** - Redução de Emissões Por Desmatamento e Degradação

**RPA** - Região Político-Administrativa

**SIG** - Sistema de Informações Geográficas

**SMAS** - Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade

**UNFCCC** - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima

**UR** - Unidade Residencial

**WCED** - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

**WWF** - Fundo Mundial para a Natureza

**ZEIS** - Zona Especial de Interesse Social

**ZEPA** - Zonas Especiais de Preservação Ambiental

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
3.1 O Aquecimento Global e as Mudanças Climáticas.....	20
3.1.1 <i>Marcos Históricos do Desenvolvimento Sustentável.....</i>	<i>27</i>
3.2 Vulnerabilidade Climática.....	30
3.3 Desastre e seus Aspectos.....	34
3.3.1 <i>Deslizamentos de Terra.....</i>	<i>36</i>
3.3.2 <i>Alagamentos.....</i>	<i>38</i>
3.4 Poluição atmosférica e impactos na saúde humana.....	41
3.5 Adaptação e Mitigação.....	46
3.5.1 <i>Ações para a Adaptação e Mitigação da Mudança do Clima.....</i>	<i>48</i>
3.6 Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto.....	52
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>58</b>
4.1 Caracterização da área de estudo.....	59
4.1.1 <i>Caracterização da Cidade de Recife.....</i>	<i>59</i>
4.1.2 <i>Caracterização do bairro da COHAB, Recife.....</i>	<i>62</i>
4.2 Pesquisa Bibliográfica e Documental da Área.....	67
4.3 Aquisição de dados e Imagens.....	68
4.3.1 <i>Imagens de satélite.....</i>	<i>68</i>
4.3.2 <i>Google Maps.....</i>	<i>69</i>
4.3.3 <i>Trabalho em campo.....</i>	<i>69</i>
4.3.4 <i>Aquisição de arquivos shapefile.....</i>	<i>70</i>
4.4 Tratamento e processamento de imagens.....	70
4.4.1 <i>Vetorização.....</i>	<i>71</i>
4.4.2 <i>Elaboração de mapas temáticos.....</i>	<i>71</i>
4.4.3 <i>Cálculo de área.....</i>	<i>72</i>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>72</b>
5.1 Análise espaço-temporal da área de estudo.....	72
5.2 Caracterização da vulnerabilidade no bairro da COHAB, Recife.....	76
5.3 Identificação de áreas de risco no bairro da COHAB, Recife.....	83
5.4 Estratégias de adaptação e mitigação da mudança do clima para o bairro COHAB, Recife-PE.....	93
5.4.1 <i>Estratégias de mitigação da mudança do clima.....</i>	<i>93</i>
5.4.1.1 <i>Ampliação da arborização urbana.....</i>	<i>94</i>
5.4.1.2 <i>Implantação de corredores ecológicos urbanos.....</i>	<i>95</i>
5.4.2 <i>Estratégias de adaptação da mudança do clima.....</i>	<i>97</i>

5.4.2.1 Implantação de geomantas e/ou muros de arrimo.....	97
5.4.2.2 Plantação de mudas em morros e encostas.....	100
5.4.2.3 Melhoria no sistema de drenagem.....	101
5.4.2.4 Realocação de moradias.....	102
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>103</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>105</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Como o naturalista britânico David Attenborough resumiu em seu documentário da BBC *Mudança Climática: Os Fatos*, "Pode parecer assustador, mas as evidências científicas indicam que se não forem tomadas medidas drásticas nos próximos dez anos, podemos enfrentar um dano irreversível do mundo natural e o colapso de nossas sociedades." De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), as décadas a partir de 1990 foram as mais quentes dos últimos 1.000 anos. Parece pouco, porém somente esta variação pode acarretar consequências graves para os próximos anos.

Em uma carta aberta, 378 cientistas da National Academy of Sciences (PNAS) publicaram que "A mudança climática causada pelo homem não é crença, farsa ou conspiração. É uma realidade física". Apesar disso, há quem discorde como o ex-presidente dos EUA, Donald Trump, que na sua conta oficial na rede social X (o antigo Twitter), já questionou a veracidade do assunto. Contudo, segundo a National Aeronautics and Space Administration (NASA), há um consenso de 97% dentro da comunidade científica sobre os impactos das mudanças climáticas causados pelo homem.

A visão científica é a de que as mudanças do clima global já estão ocorrendo através da influência antrópica. Tornados, ondas de calor, secas, enchentes, etc, são resultados do contínuo uso antrópico de gases fósseis. Atualmente, desenvolveu-se respostas para estas mudanças, como ferramentas para a adaptação e principalmente para a mitigação das causas e consequências. As políticas públicas de educação ambiental (EA) se apresentam também como ferramenta para o enfrentamento dos cenários futuros ambientais. Esta iniciativa visa a conscientização da população quanto ao fenômeno, levando a uma mudança de posição socioambiental dos indivíduos.

No Brasil, a mudança climática segue a visão internacional sobre os impactos acometidos na sociedade brasileira como um todo. Casos de aumento de temperatura média diária, redução da faixa costeira, aumento na frequência de chuvas intensas, secas e etc já fazem parte do cotidiano não somente das grandes cidades, mas por todo o país.

Assim, os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), traz em destaque a ODS 13 com o objetivo



de adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos, tornado urgente o combate à mudança climática (ONU, 2023).

Por este motivo, o trabalho apresenta abordagem focada em adaptar e mitigar os efeitos causados pela mudança do clima, fortalecendo a resiliência socioambiental do objeto de estudo. O seu principal objetivo é a recomendação de estratégias de adaptação e mitigação da mudança do clima, específicas para o bairro da COHAB, com base nos impactos ambientais observados.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Indicar estratégias de adaptação e mitigação aos impactos que podem ser estabelecidos pela mudança do clima para o bairro COHAB, Recife-PE.

### **2.2 Objetivos Específicos**

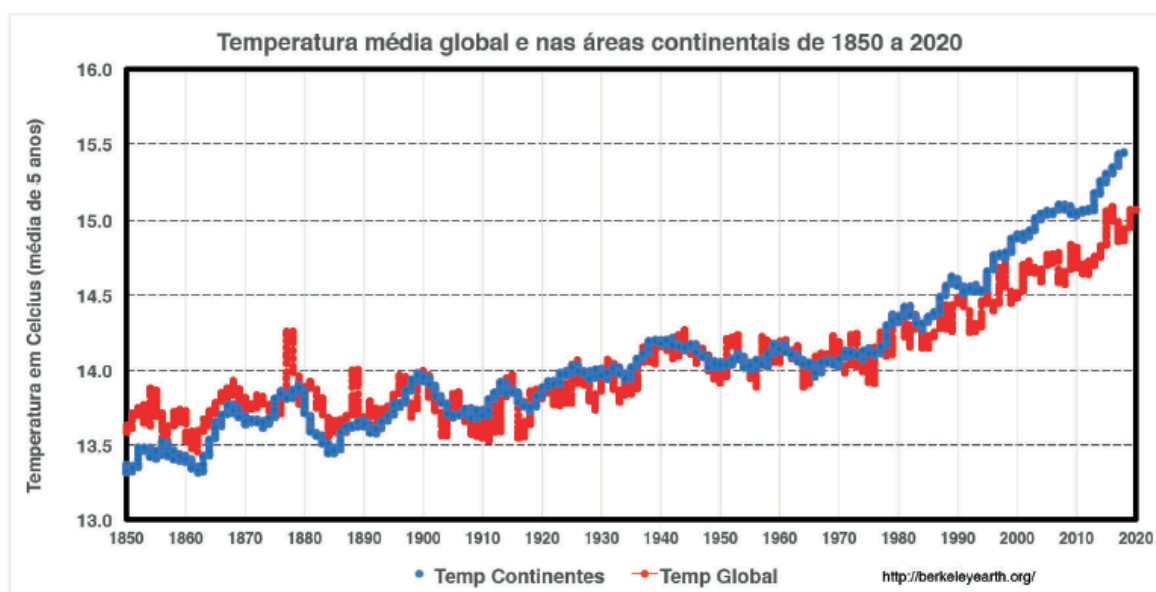
- Levantar os parâmetros que intensificam a vulnerabilidade da área de estudo frente às mudanças climáticas;
- Levantar as áreas de risco incluídas na área de interesse;
- Realizar uma análise espaço-temporal em relação à vulnerabilidade às mudanças climáticas na área de interesse nos anos 2005 e 2022;

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 O Aquecimento Global e as Mudanças Climáticas

De acordo com Silva et al. (2009), o aquecimento global é um fenômeno climático de larga extensão, ou seja, o aumento da temperatura média superficial global, provocado por fatores internos e/ou externos. Tais fatores internos são considerados os efeitos naturais, associados a imprevisibilidade da natureza (vulcanismo, tectônica das placas, etc.), porém, os fatores externos são antropogênicos, a influência do homem na mudança do clima.

Figura 1 - Mudança de temperatura global em áreas continentais e na média global, de 1850 a 2018, compiladas pelo IPCC.



Fonte: IPCC (2019).

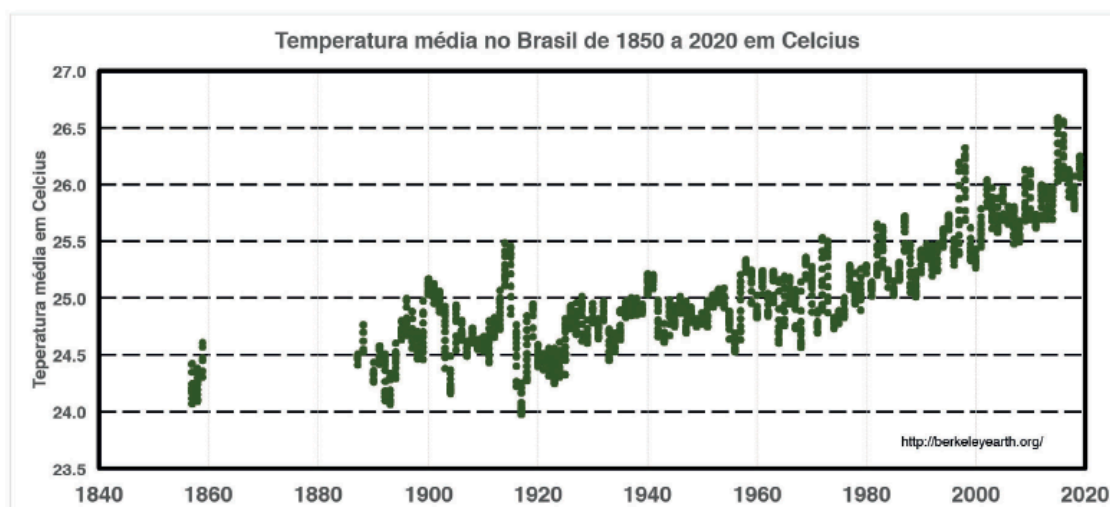
Apesar de diversos estudos sobre o aquecimento global estarem sendo produzidos, há grande incerteza sobre os verdadeiros impactos que ocorrerão no futuro. Porém, de acordo com o Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2018), o aumento do nível do mar já é uma realidade, somente no século XX houve um aumento de 10 a 20 cm. Para o ex-economista e especialista em mudanças climáticas Nicholas Stern, em um estudo encomendado pelo Ministro do Reino Unido em 2006, o aquecimento global trará inúmeras consequências como:

extinção de espécies, derretimento das calotas polares, mudanças súbitas de padrões climáticos, etc (Marchezi; Amaral, 2008).

Variações significativas na temperatura média do planeta trazem impactos diretos sobre o clima. A exemplo, destaca-se o aumento de precipitações para determinadas regiões, assim como a diminuição drástica para outras, alterações nas correntes marítimas, secas, degelo das calotas polares, inundações e furacões cada vez mais intensos e frequentes, variações na frequência e intensidade de eventos meteorológicos, a citar os El Niño e La Niña, eventos periódicos naturais os quais promovem o aquecimento e resfriamento, respectivamente, das águas do Oceano Pacífico, portanto, causando mudanças significativas nos padrões meteorológicos do planeta, bem como aumento de temperatura em microrregiões, alterando totalmente a conformação do microclima local (Conti, 1998).

Estudos científicos da Berkeley Earth, organização científica com foco em análises sobre as mudanças climáticas, têm mostrado um comparativo entre médias de temperatura obtidas entre os anos 1850 a 2018, confirmando o claro aquecimento recente das últimas décadas (IPCC, 2019). O Brasil, com grande área continental, também sofreu forte aumento de temperatura no último século. Observa-se um aumento médio por década de 24,47 °C em 1900 para 25,99 °C em 2017, portanto um aumento de 1,52 °C em média no Brasil (Berkeley Earth, 2019).

Figura 2 - Temperatura média no Brasil de 1890 a 2019, em valores anuais e em médias móveis de dez anos.



Fonte: Berkeley Earth Group (2019).

Há inúmeras teorias sobre as causas para o aquecimento da temperatura, contudo, a teoria inicial é a explosão demográfica ocorrida em meados do século XX que acarretou em uma maior exploração dos recursos naturais dispostos na natureza. A exploração de recursos em massa com o intuito de atender às variadas necessidades humanas (alimento, habitação, saúde, transporte, etc.) criou uma economia mundial super consumista, com necessidades supérfluas e grandes índices de desperdícios (IPCC, 2007).

Dentro deste processo de crescimento populacional e aumento da exploração de recursos, promoveu-se a criação de combustíveis fósseis como fonte primária de energia. A partir disso, houve a necessidade de urbanizar as cidades, havendo a derrubada de árvores e pastagens. A urbanização carrega consigo poluição, congestionamentos, aquecimento urbano, problemas de saúde, crime, assentamentos informais e resíduos de produção e consumo de toda ordem (Duarte et al., 2019).

O fato de que está havendo um aumento considerável do clima da Terra já é comprovado, porém, além dos fatos anteriormente citados, a emissão de gases poluentes é o fator principal para os efeitos adversos ao aquecimento. A queima de combustíveis fósseis e as mudanças no uso da terra, incluindo o desmatamento, uso de fertilizantes e agrotóxicos, as queimadas e outras práticas agropecuárias, são as principais fontes de gases do efeito estufa (IPCC, 2018).

*Efeito Estufa* é o efeito de retenção do calor na atmosfera terrestre e este calor sendo impedido de ser dissipado. O aumento dos gases do efeito estufa vem acontecendo desde a Revolução Industrial, porém, nas últimas décadas as taxas de concentração dos gases têm sofrido intenso acréscimo, de acordo com o IPCC (2018). Atualmente, estima-se que até 2050 haverá um aumento de 1.5 °C da temperatura global, podendo chegar a 2.0 °C se não ocorrer mudanças imediatas em nações desenvolvidas.

O Protocolo de Quioto, firmado em 1997 após a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC) em 1992, tem como objetivo a redução dos gases do efeito estufa. O motivo que provocou a criação do protocolo foram as alterações climáticas que vinham sendo identificadas em décadas anteriores, gerando ameaças econômicas e socioambientais (Freitas; Silva, 2020). O protocolo foi ratificado somente pelos países desenvolvidos, que na época e ainda hoje são os maiores emissores de gases do efeito estufa (GEE). Os países se

comprometeram a reduzir 5% das emissões de CO<sub>2</sub> entre os anos de 2008 e 2015. Ainda que ocorra apenas o aumento mínimo esperado, a atual propensão pode ocasionar extinções em diversos biomas e espécies.

Em 2009 houve a 15 Conferência das Partes (COP-15) em Copenhague, que ratificou o acordo de Copenhague. O acordo limita o aumento da temperatura média global em até 2C, motivando cada país a sua própria definição de metas para redução, porém não tem um valor legal (Freitas; Silva, 2020).

Na 17ª Conferência da ONU sobre mudanças climáticas, realizada em Durban, na África do Sul, em 2011, traz o documento intitulado “Plataforma de Durban” apontando a implementação de uma série de medidas. Válido a partir de 2020, é considerado uma substituição ao Protocolo de Quioto (Freitas; Silva, 2020). A Emenda de Doha, inserida na COP 18 realizada em 2012, na cidade de Doha, no Qatar, atualizou as metas do Protocolo de Quioto e foi válida até 2020.

Quadro 1 - Exemplos de impactos regionais projetados

Região	Impactos Projetados
1. África	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Até 2020, prevê-se que entre 75 e 250 milhões de pessoas sejam expostas a um aumento do stress hídrico devido às alterações climáticas.</li> <li>- Até 2020, em alguns países, os rendimentos das agriculturas alimentadas pela chuva podem ser reduzidos em até 50%. A produção agrícola, incluindo o acesso a alimentos, em muitos países africanos está projetada para ser severamente comprometida. Isso afetaria ainda mais negativamente a segurança alimentar e agravaria a desnutrição.</li> <li>- No final do século XXI, a elevação projetada do nível do mar afetará áreas costeiras baixas com grandes populações. O custo da adaptação pode chegar a pelo menos 5 a 10% do Produto Interno Bruto (PIB).</li> <li>- Até 2080, um aumento de 5 a 8% de terras áridas e semiáridas na África será projetado sob uma série de cenários climáticos.</li> </ul>
2. Ásia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Até a década de 2050, a disponibilidade de água doce na Ásia Central, Sul, Leste e Sudeste, particularmente em grandes bacias hidrográficas, deverá diminuir.</li> <li>- Áreas costeiras, especialmente regiões de megadeltas densamente povoadas no Sul, Leste e Sudeste Asiático, estarão em maior risco devido ao aumento de inundações do mar e, em algumas megadeltas, inundações dos rios.</li> <li>- As mudanças climáticas deverão agravar as pressões sobre os recursos naturais e o meio ambiente associadas à rápida urbanização, industrialização e desenvolvimento econômico.</li> <li>- A morbidade e mortalidade endêmicas devido a doenças diarreicas principalmente associadas a inundações e secas devem aumentar no Leste, Sul e Sudeste Asiático devido às mudanças projetadas no ciclo hidrológico.</li> </ul>
3. Austrália e Nova Zelândia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Até 2020, prevê-se que ocorra uma perda significativa de biodiversidade em alguns locais ecologicamente ricos, incluindo a Grande Barreira de Corais da Nova Zelândia e os Trópicos Úmidos de Queensland.</li> <li>- Até 2030, prevê-se que os problemas de segurança hídrica se intensifiquem no sul e leste da Austrália e, na Nova Zelândia, em Northland e em algumas regiões do leste.</li> <li>- Até 2030, prevê-se que a produção agrícola e florestal diminua em grande parte do sul e leste da Austrália e em partes do leste da Nova Zelândia, devido ao aumento da seca e dos incêndios. No entanto, na Nova Zelândia, os benefícios iniciais são projetados em algumas outras regiões.</li> <li>- Até 2050, o desenvolvimento costeiro em andamento e o crescimento populacional em algumas áreas da Austrália e da Nova Zelândia devem exacerbar os riscos da elevação do nível do mar e do aumento da gravidade e frequência de tempestades e inundações costeiras.</li> </ul>
4. Europa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espera-se que as mudanças climáticas ampliem as diferenças regionais nos recursos e ativos naturais da Europa. Os impactos negativos incluirão o aumento do risco de inundações repentinas no interior e inundações costeiras mais frequentes e aumento da erosão (devido a tempestades e aumento do nível do mar).</li> <li>- As áreas montanhosas enfrentarão o recuo das geleiras, redução da cobertura de neve e do turismo de inverno, e perdas extensas de espécies (em algumas áreas, até 60% em cenários de altas emissões até 2080).</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No sul da Europa, projeta-se que as mudanças climáticas piorem as condições (altas temperaturas e seca) em uma região já vulnerável à variabilidade climática e reduzam a disponibilidade de água, o potencial hidrelétrico, o turismo de verão e, em geral, a produtividade das colheitas.</li> <li>- As mudanças climáticas também devem aumentar os riscos à saúde devido às ondas de calor e à frequência de incêndios florestais.</li> </ul>
5. América Latina	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Até meados do século, os aumentos na temperatura e as reduções associadas na água do solo devem levar à substituição gradual da floresta tropical por savana na Amazônia oriental. A vegetação semiárida tenderá a ser substituída por vegetação de terras áridas.</li> <li>- Há um risco de perda significativa de biodiversidade por meio da extinção de espécies em muitas áreas da América Latina tropical.</li> <li>- A produtividade de algumas culturas importantes deve diminuir e a produtividade da pecuária deve diminuir, com consequências adversas para a segurança alimentar. Em zonas temperadas, a produção de soja deve aumentar. No geral, o número de pessoas em risco de fome deve aumentar (confiança média).</li> <li>- Mudanças nos padrões de precipitação e o desaparecimento de geleiras devem afetar significativamente a disponibilidade de água para consumo humano, agricultura e geração de energia.</li> </ul>
6. América do Norte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O aquecimento nas montanhas ocidentais deve causar redução da camada de neve, mais inundações no inverno e redução dos fluxos de verão, exacerbando a competição por recursos hídricos superalocados.</li> <li>- Nas primeiras décadas do século, a mudança climática moderada deve aumentar os rendimentos agregados da agricultura de sequeiro em 5 a 20%, mas com variabilidade importante entre as regiões. Grandes desafios são projetados para culturas que estão perto do extremo quente de sua faixa adequada ou que dependem de recursos hídricos altamente utilizados.</li> <li>- Espera-se que as cidades que atualmente sofrem ondas de calor sejam ainda mais desafiadas por um maior número, intensidade e duração das ondas de calor ao longo do século, com potencial para impactos adversos à saúde.</li> <li>- Comunidades e habitats costeiros serão cada vez mais estressados pelos impactos das mudanças climáticas interagindo com o desenvolvimento e a poluição.</li> </ul>
7. Regiões Polares	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os principais efeitos biofísicos projetados são reduções na espessura e extensão de geleiras, manto de gelo e gelo marinho, e mudanças em ecossistemas naturais com efeitos prejudiciais em muitos organismos, incluindo aves migratórias, mamíferos e predadores superiores.</li> <li>- Para comunidades humanas no Ártico, os impactos, particularmente aqueles resultantes de mudanças nas condições de neve e gelo, são projetados para serem mistos.</li> <li>- Impactos prejudiciais incluiriam aqueles na infraestrutura e modos de vida indígenas tradicionais.</li> <li>- Em ambas as regiões polares, ecossistemas e habitats específicos são projetados para serem vulneráveis, à medida que as barreiras climáticas para invasões de espécies são reduzidas.</li> </ul>
8. Pequenas Ilhas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espera-se que o aumento do nível do mar exacerba inundações, tempestades, erosão e outros riscos costeiros, ameaçando assim infraestruturas vitais, assentamentos e instalações que dão suporte à subsistência de comunidades insulares.</li> <li>- Espera-se que a deterioração das condições costeiras, por exemplo, por meio da erosão de praias e branqueamento de corais,</li> </ul>



	<p>afete os recursos locais.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Até meados do século, espera-se que as mudanças climáticas reduzam os recursos hídricos em muitas ilhas pequenas, por exemplo, no Caribe e no Pacífico, a ponto de se tornarem insuficientes para atender à demanda durante períodos de baixa pluviosidade.</li><li>- Com temperaturas mais altas, espera-se que ocorra uma invasão maior por espécies não nativas, principalmente em ilhas de latitude média e alta.</li></ul>
--	--

Fonte: IPCC (2014), adaptado.

Em um contexto onde movimentos sociais que partem de um pressuposto climático demandam novas concepções de um agir político, a justiça ambiental, os conflitos socioambientais e a geopolítica da natureza passam a ganhar relevância. (Fleury; Miguel; Taddei, 2019). Segundo Rodriguez e Bonilla (2007, p. 18), o desenvolvimento e o colapso das civilizações estiveram relacionados com variações climáticas regionais ou globais. Porém, o tratamento sobre as questões ambientais requer a cooperação de diferentes países, contudo, duas características dificultam sua ocorrência. (1) Há uma combinação de ceticismo e desinformação; (2) Os efeitos das mudanças climáticas somente serão sentidos pelas futuras gerações. (Barroso, 2019).

Para Fleury, Miguel e Taddei (2019), os estudos sobre aquecimento global foram iniciados a partir de 1890 em um artigo feito pelo sueco Svante Arrhenius sobre a influência de dióxido de carbono no efeito estufa.

Em 1988 foi estabelecido o Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas – IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC), constituído por cientistas de diversos países e áreas de conhecimento divididos em três grupos de trabalho, que têm revelado que as concentrações de gases de efeito estufa continuam a aumentar e que as evidências de que a maior parte do aquecimento observado nos últimos 50 anos é atribuível a atividades humanas (Marchezi; Amaral, 2008).

### **3.1.1 Marcos Históricos do Desenvolvimento Sustentável**

Na década de 1990 o conceito de *desenvolvimento sustentável* apareceu como destaque nas discussões ambientais ao redor do mundo. O termo apareceu em 1987, na realização da cúpula da ONU, onde a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, sigla em inglês) editou o texto “Nosso Futuro Comum”, mais tarde chamado de Relatório Brundtland. O termo foi descrito como: “o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações” (CMMAD, 1987).

A declaração trouxe uma nova visão sobre os desequilíbrios antropogênicos atuantes na natureza e um novo entendimento quanto a sua proteção. Para Krama (2009) é necessário essa mensuração pois, é a partir dela que a conscientização da

preservação dos finitos recursos naturais, a busca pela igualdade social e a diminuição das emissões de poluentes se fazem parte unidos em um único termo.

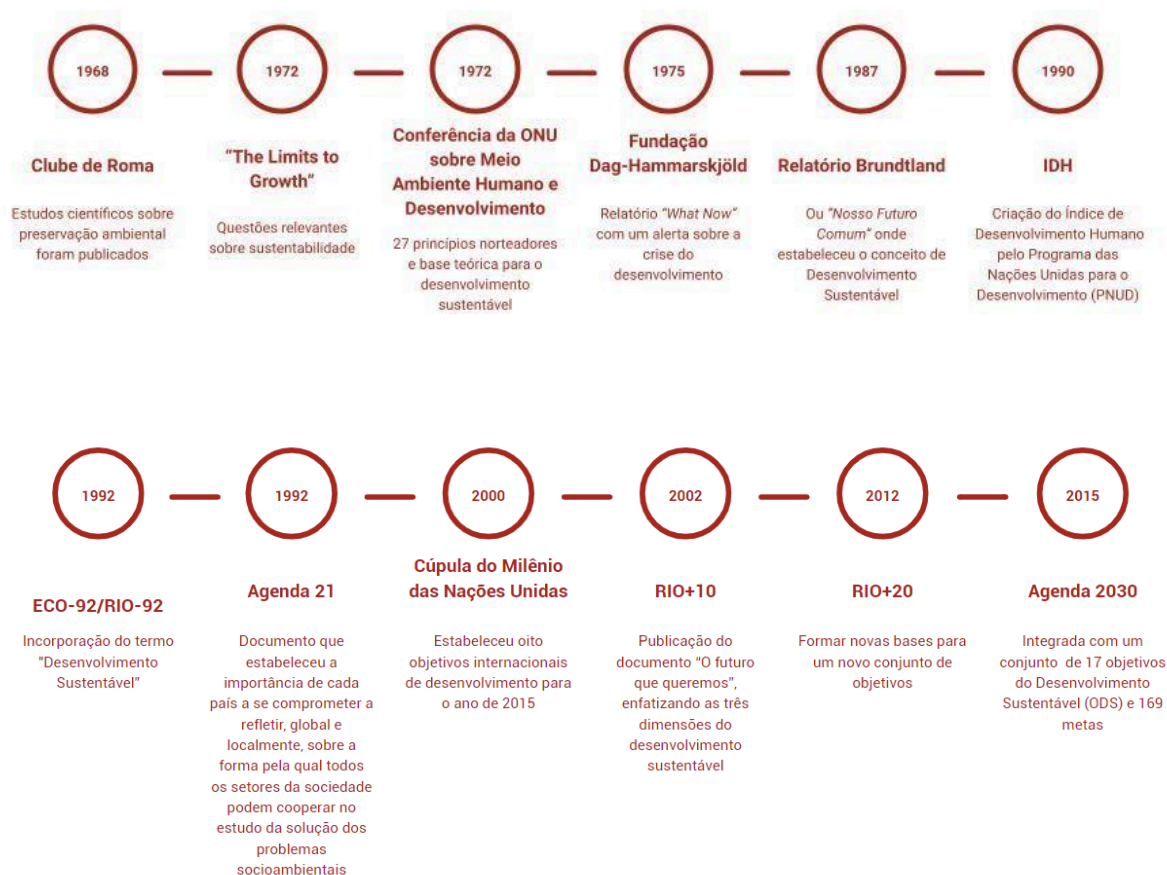
Porém, há diversos marcos históricos anteriores ao conceito de Desenvolvimento Sustentável como o Clube de Roma em 1968, onde estudos científicos sobre a preservação do meio ambiente foram publicados, sendo um deles o texto “The Limits to Growth” (1972) (Limites do Crescimento), que discutiu questões relevantes para a sustentabilidade e trouxe grande divulgação internacional, colocando-o na agenda política mundial (Gonçalves, 2005).

Em 1972 houve a Conferência da ONU sobre Meio Ambiente Humano e Desenvolvimento na Suécia, que elencou os 27 princípios norteadores da relação homem-natureza e foi a base teórica para o conceito de Desenvolvimento Sustentável ao buscar uma visão ecológica de desenvolvimento e sustentabilidade (De Marco; Mezzaroba, 2017).

Em 1975, a Fundação Dag-Hammarskjöld, junto com o Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (PNUMA), produziu o relatório *What now*, onde expressava um alerta sobre a crise no desenvolvimento, extrema inequidade na partilha das riquezas e consequências ambientais graves. Na década seguinte, com o lançamento do Relatório Brundtland, houve a consolidação do termo “Desenvolvimento Sustentável” apoiado por algumas resoluções da Assembleia Geral da ONU (De Marco; Mezzaroba, 2017).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), criado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em 1990 e lançado em seu relatório anual de desenvolvimento humano, traz como objetivo o desvio do foco no desenvolvimento da economia e o uso de indicadores como: expectativa de vida, educação e condições de desfrutar de uma vida decente (Nanda, 2016). A ONU (1990) garante que com o desenvolvimento de um ambiente favorável, os cidadãos têm chances de desenvolver potências de acordo com seus interesses e necessidades.

Figura 3 - Linha do tempo dos marcos históricos do meio ambiente.



Fonte: Autora (2022).

Em 1996, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) publicou um documento sugerindo uma série de objetivos para o desenvolvimento internacional, que foi base para a criação dos "Objetivos do Milênio" (Nanda, 2016). Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) foram oito grandes objetivos globais assumidos pelos países-membros da ONU, de 2000 a 2015, com o propósito de erradicar a fome e a pobreza (Roma, 2019).

Em junho de 2012 foi realizada no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), com o objetivo de formar as novas bases para um novo conjunto de objetivos, dado a aproximação do período de vencimento de execução dos ODM em 2015. Após negociações, em 2015 foi lançada a Agenda 2030, integrada com um conjunto de 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas (Roma, 2019).

Todavia, somente em 1992, na Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida como ECO-92 ou RIO-92, houve a incorporação do termo “Desenvolvimento Sustentável” como princípio para a proteção do meio ambiente ao avaliar os últimos acontecimentos ambientais desde a conferência de Estocolmo em 1972 (De Marco; Mezzaroba, 2017).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2005), Agenda 21 é um programa de ação baseado num documento de 40 capítulos, que constitui a mais abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, denominado “desenvolvimento sustentável”. Resultado direto da Rio-92, é o mais importante compromisso socioambiental, com mais de 2 mil recomendações, construída com a contribuição de governos e instituições da sociedade civil de 179 países, e um plano de ação que pode ser adotado global, nacional e localmente (Colesanti et al., 2007).

A Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável, mais conhecida como Rio+10 e realizada no ano de 2002 em Joanesburgo, trouxe discussões sobre preservação ambiental e aspectos sociais, mantendo o debate sobre o desenvolvimento sustentável. Em sua 2ª conferência, conhecida como Rio+20, houve a publicação da ONU do documento intitulado “*The future we want*” (“O futuro que queremos” em tradução livre) enfatizou a necessidade de integração das três dimensões do desenvolvimento sustentável: social, econômica e ambiental, reconhecendo os vínculos existentes entre elas (ONU, 2012).

### **3.2 Vulnerabilidade Climática**

A mudança do clima é uma realidade no cenário contemporâneo da sociedade. Desde meados do século XX registram-se dados alarmantes sobre o clima da terra, ameaçando o contexto atual das populações mais vulneráveis. O cenário de seca no sudeste brasileiro é um exemplo da veracidade do assunto. A crise hídrica que ocorreu em 2013 na Região Metropolitana de São Paulo afetou mais de 12 milhões de pessoas devido à escassez de água para o consumo humano (Valverde, citada por Coelho et al., 2015). O nordeste do país exibe uma visão mais extrema quanto à carência de água. A seca que aflige o sertão, se alonga em

alternância por períodos longos de estiagem, assim como secas menores em 2003 e 2005 (Marengo, 2008).

Pernambuco, um dos estados do nordeste brasileiro, apresenta grande vulnerabilidade às oscilações climáticas, com zona costeira suscetível a impactos ambientais e sociais. O litoral, por sua vez, sofre um efeito contrário ao das secas, com enchentes e inundações. A erosão marinha é considerada o indicador mais crítico da vulnerabilidade ambiental costeira devido às inundações (Nicolodi e Petermann, 2010).

Havendo como exemplos acima, o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) define o conceito de vulnerabilidade como:

O grau de suscetibilidade de um sistema aos efeitos adversos da mudança climática, ou sua incapacidade de administrar esses efeitos, incluindo variabilidade climática ou extremos. Vulnerabilidade é função do caráter, dimensão e taxa de variação climática ao qual um sistema é exposto, sua sensibilidade e capacidade de adaptação. (IPCC Third Assessment Report, Working Group II; 2001).

O conceito de vulnerabilidade do IPCC, apesar de ser abrangente, não é o único usado como explicação. Cardona (2004) discute a vulnerabilidade a partir de uma visão mais social, onde uma comunidade sofre as consequências dessa vulnerabilidade, e não o meio ambiente.

Vulnerabilidade é a predisposição ou susceptibilidade física, econômica, política ou social que tem uma comunidade de ser afetada ou de sofrer danos, caso um fenômeno desestabilizador de origem natural ou antrópico se manifeste. (Cardona, 2004, p. 1).

Apesar de haver diversos conceitos para designar a vulnerabilidade, entende-se que o conceito de risco apresenta grande semelhança. Yunes e Szymanski (2001) foram as primeiras a trazerem a diferença entre os conceitos. Para as autoras, *risco* associa-se a grupos e populações, *vulnerabilidade* remete a susceptibilidade e/ou predisposições a respostas. Ainda que sejam diferentes, eles se relacionam intrinsecamente, pois, para a vulnerabilidade ser manifestada, o risco terá que se apresentar primariamente.

Assim, a vulnerabilidade pode ser entendida como o estado com que uma comunidade e/ou espaço se encontra, os riscos que apresenta e a resposta manifestada. Alguns dos riscos que expõem essa vulnerabilidade podemos citar as

secas, inundações, ondas de calor e frio, inclusive o excesso ou falta de chuva. Os riscos podem também ser agrupados por categorias básicas criadas por Nicolodi e Petermann (2010): (1) risco natural relacionado a processos e eventos que sejam de origem natural ou induzidas por atividades humanas; (2) risco tecnológico que resume ao âmbito dos processos produtivos e da atividade industrial; (3) risco social que é caracterizada por teorias distintas.

Percebe-se que a relação entre vulnerabilidade e economia também é presente, porém, não essencialmente no conceito do IPPC, o mais amplamente usado. A vulnerabilidade social, presente no conceito de Cardona, traz a economia como um dos tipos de susceptibilidade atestados à vulnerabilidade.

A economia é um dos fatores que crescem a vulnerabilidade em um dado local. Oliveira (1995) registra que os grupos “indigentes” e “pobres” se constituem nos maiores contingentes vulneráveis da sociedade brasileira, isto num ponto de vista econômico. Ele ainda traz o conceito da economia na vulnerabilidade social como “insuficiente e incompleta” devido a falta de especificações mais completas quanto às condições pelas quais os diferentes grupos sociais ingressam dentre os grupos vulneráveis.

A erradicação da pobreza é, senão, uma forma de fortalecer a resposta global contra as mudanças climáticas. Existe uma ampla gama de definições para a pobreza. O AR5 (Relatório de Avaliação 5) discutiu 'pobreza' em termos de sua multidimensionalidade, referindo-se a 'circunstâncias materiais' (por exemplo, necessidades, padrões de privação ou recursos limitados), bem como a condições econômicas (por exemplo, padrão de vida, desigualdade ou posição econômica), e/ou relações sociais (por exemplo, classe social, dependência, falta de segurança básica, exclusão ou falta de direito (Olsson et al., 2014; conforme IPCC, 2018).

O IPCC no AR5 (2014) explora a complexidade da relação entre pobreza e mudança do clima usando como lente os meios de subsistência, detectando assim, as múltiplas dimensões de pobreza existentes. O termo “Pobre” é citado como uma maneira de denominar as múltiplas privações sociais e econômicas. Para o IPCC, os meios de subsistência podem ser entendidos como um conjunto de oportunidades, capacidades e atividades necessárias para se ganhar a vida (IPCC, 2014; citada por Chambers e Conway, 1992; Ellis et al., 2003).

É de suma importância entender, que a pobreza é um dos fatores ligados a economia que influencia o grau de vulnerabilidade de um local. Se um país, estado

ou localidade não estiver preparado economicamente para alguma eventualidade, de certo, o seu grau de vulnerabilidade será maior. O PNUD agora usa um Índice Multidimensional de Pobreza e estima que cerca de 1,5 bilhão de pessoas vivem globalmente na pobreza multidimensional, especialmente em áreas rurais do sul da Ásia e da África Subsaariana, com um bilhão adicional em risco de cair na pobreza (PNUD, 2016).

Ainda no AR5, é citado um termo importante, os *múltiplos estressores* são condições ou eventos simultâneos ou subsequentes que provocam/exigem mudanças nos meios de subsistência. Os estressores incluem fatores climáticos (por exemplo, mudanças de estação), socioeconômicos (por exemplo, volatilidade do mercado) e ambientais (por exemplo, destruição de florestas), que interagem e se reforçam entre si no espaço e no tempo para afetar as oportunidades de subsistência e a tomada de decisão (IPCC, 2014).

Dentro do conceito de vulnerabilidade, impactos ambientais aparecem constantemente como agentes motivadores para a manifestação da vulnerabilidade de um local. A Resolução do Conama n.º 001/86 define Impacto Ambiental como:

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas no meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; às atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais”.

Um termo comumente associado a mudanças, alterações e transformações que se manifestam no meio ambiente, Christofletti (1994) cita como impactos ou efeitos provocados pelas mudanças do meio ambiente nas circunstâncias que envolvem a vida dos seres humanos. Em sua conceituação também abarca os “efeitos e transformações provocadas pelas ações humanas nos aspectos do meio ambiente físico e que se refletem, por interação, nas condições ambientais que envolvem a vida humana”, observando-se que além dos impactos nos ecossistemas e geossistemas, impactos ambientais também podem corresponder a impactos antrópicos.



### 3.3 Desastre e seus Aspectos

Toda e qualquer conceituação dos termos anteriormente citados inclui um termo comum que, muitas vezes, traz à luz as problemáticas sociais atuais. O termo “Desastre” caracteriza todo tipo de infortúnio súbito ou extraordinário. De maneira sociológica, é utilizado especificamente a um acontecimento, ou uma série de acontecimentos, que alteram o modo de funcionamento rotineiro de uma sociedade (Mattedi e Butzke, 2001).

Os desastres são interrupções no sistema social, que por vez, afetam a normalidade do funcionamento cotidiano de uma determinada sociedade, chegando a acarretar uma desestabilidade nos serviços essenciais ligados ao fornecimento de água, luz, comunicação e transporte, bem como nas atividades comerciais e industriais. Os danos ocasionados geram grandes perdas humanas e/ou significativas perdas materiais, econômicas e ambientais, dependendo da proporção do evento. (Ribeiro, 2021)

No Glossário de Defesa Civil, desastre é dito como o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais (Castro, 2004). Para o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR, 2009), desastre é uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos (Tominaga, 2015).

Desastre natural é atualmente um termo recorrente em discussões sobre diversos estudos, desde “vulnerabilidade” até o termo macro “mudanças climáticas” (Monteiro, 2019). O conceito dado por Tobin e Montz sugere a falta de custos da comunidade atingida para arcar com as consequências dos impactos sofridos.

Desastres naturais podem ser definidos como o resultado do impacto de fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade atingida em conviver com o impacto (Tobin e Montz, 1997).

Para além do conceito de desastre natural, “fenômeno natural” é um termo comumente utilizado como sinônimo, porém, em seu significado contém diferenças

em comparação ao termo “desastre natural”. Para Maskrey (1993), fenômeno natural é toda manifestação da natureza, ou seja, refere-se a qualquer expressão que a natureza adota como resultado do seu próprio funcionamento interno (Monteiro e Pinheiro, 2012).

Para Sobral et al. (2010), a maior parte dos desastres naturais ocorridos no planeta é produto da inter-relação complexa entre fenômenos naturais e a presença de desequilíbrios nos ecossistemas, influenciados principalmente pelas atividades humanas, como por exemplo, , ações de degradação ambiental, ocupação irregular de áreas de risco, ausência de planejamento urbano, etc. Ainda de acordo com Sobral, essas ameaças, entendidas como inundação, enchentes, deslizamentos de terra, etc. podem contribuir para a severidade dos desastres, mas a vulnerabilidade humana potencializa os riscos.

Segundo relatório do UNDP (2004), 75% da população mundial habita em áreas que foram afetadas pelo menos uma vez por ciclones, enchentes, secas ou terremotos entre os anos de 1980 e 2000 (Braga; Oliveira; Givisiez, 2006). No Brasil ocorreram 150 registros de desastres no período 1900-2006, do total ocorrido, 84% foram computados a partir dos anos 70, demonstrando um aumento considerável de desastres nas últimas décadas (Marcelino, 2008).

Inundações causadas por um ciclone em Bangladesh em 1991, deixaram mais de 130 mil mortos, enquanto nos EUA no ano seguinte, o furacão Andrew causou 58 mortos e dezenas de bilhões de dólares em danos. Em 1998, o furacão Mitch passou por Honduras, Nicarágua, Guatemala e Salvador, vitimando 10 a 20 mil pessoas e desabrigando 2 milhões. Em 2004, Catarina, ciclone com características de furacão, nasceu onde nunca se imaginava: foi o primeiro observado no sul do Oceano Atlântico, atingindo o litoral do estado de Santa Catarina. Em agosto de 2005, o furacão Katrina causou 1,6 mil vítimas e danos de US\$ 75 bilhões no estado de Nova Orleans, nos Estados Unidos (Castelfranchi, 2006).

Somente em 2021, inundações catastróficas na Europa Ocidental mataram mais de 120 pessoas e centenas de desaparecidas, Alemanha e Bélgica sendo os países mais atingidos. No mesmo ano, no Japão, houve uma tsunami de lama provocada por chuvas torrenciais. No Iraque, após temperaturas ultrapassaram os 50 Celsius, a capital Bagdá declarou feriado para 4 de julho. Nos Estados Unidos, a tempestade tropical Elsa deixou feridos no estado da Geórgia e no Canadá houve

ondas de calor na Colúmbia Britânica, com uma contagem de 800 mortes, 500 mortes a mais que a média (CNN, 2021).

A redução de riscos de desastres é considerada uma das Funções Essenciais da Saúde Pública (FESP). Acerca dos desastres, tanto a população como os serviços necessários à resposta e à reabilitação da saúde estão ameaçados. A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) estima que, em 18 países das Américas, aproximadamente 73% da população e 67% dos postos de saúde e hospitais se encontram em zonas de risco (Freitas; Miranda; Osório-de-Castro, 2014).

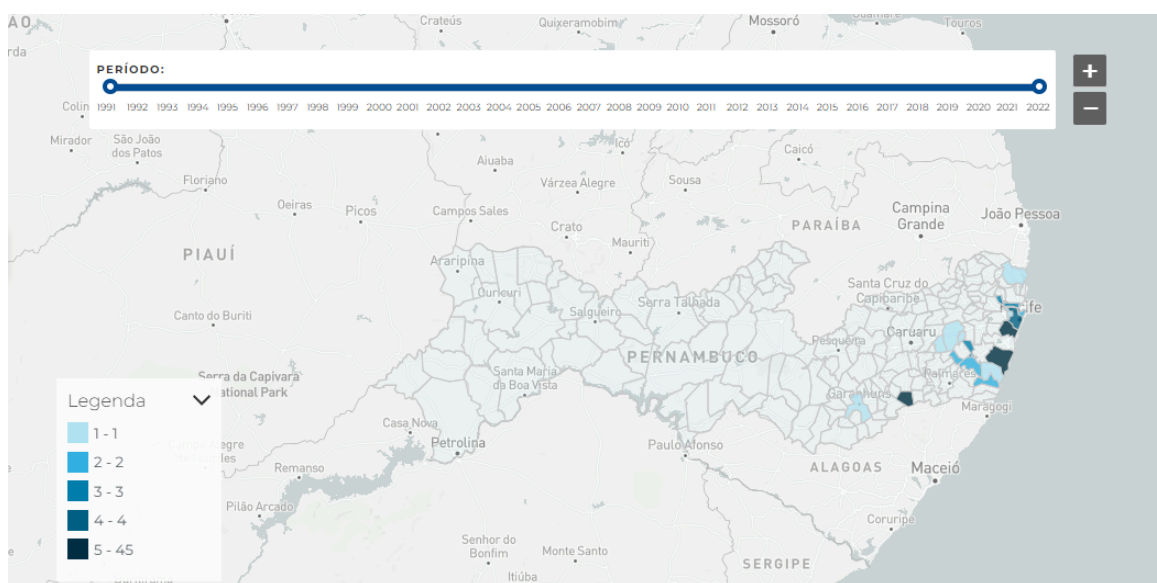
### **3.3.1 Deslizamentos de Terra**

De acordo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), deslizamentos de terra são movimentos rápidos de solo ou rocha, apresentando superfície de ruptura bem definida, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude. Frequentemente, os primeiros sinais desses movimentos são a presença de fissuras.

Deslizamentos de terra são uma das principais consequências que atestam a vulnerabilidade da região. Os deslizamentos fazem parte dos movimentos de massa, que em categoria, fazem parte do tipo geológico. O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, usa a definição de Terzaghi para movimentos de massa como “movimentos que estão associados a deslocamentos rápidos de solo e rocha de uma encosta onde o centro de gravidade desses materiais se desloca para fora e para baixo desta feição [...]”. Ainda de acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, esses movimentos de massa estão diretamente relacionados a aspectos geológicos e geomorfológicos.

A principal causa para os movimentos de massa está na presença de água, que altera a estabilidade do solo, tendo a sua ocorrência deflagrada pelas sucessões de chuvas na região, que tem causa indireta na ação do homem na área. As forças de contato, que mantêm as partículas do solo de encontro umas com as outras, entram em desarmonia a partir do contato da água da chuva com o terreno.

Figura 4 - Número de desastres de movimento de massa registrados no Estado de Pernambuco entre 1991 a 2022.



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2022).

De acordo com o Atlas Digital de Desastres no Brasil (2022), o número de registros de afetados por desastres no país dobrou de pouco mais de 21 milhões para 40 milhões entre 2016 e 2017. Esse foi o maior registro de pico no país desde quando começou-se a registrar os dados em 1992. Em 2022, Pernambuco sofreu o maior número de movimentos de massa desde 1997, com 122 ocorrências registradas. A região nordeste sofre imensamente de desastres, em sua maior parte, climatológicos. Porém, calamidades de agrupamento hidrológico, como os movimentos de massa, seguem em segundo lugar no ranking das regiões e contribuem para o alto número de óbitos e desalojamentos por desastres no estado de Pernambuco.

Figura 5 - Movimentos de massa em Pernambuco entre os anos 1997 a 2022.



Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil (2022).

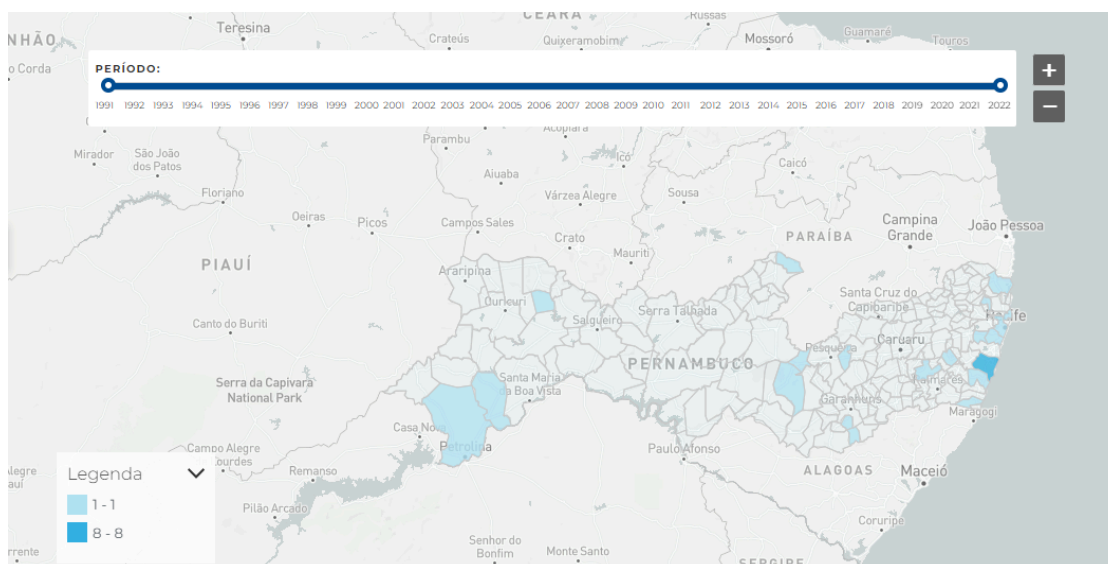
### 3.3.2 Alagamentos

Segundo o COBRADE (2012), os alagamentos se caracterizam pela “extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas”, tendo assim sua ocorrência diretamente ligada a drenagem urbana. Devido a urbanização, que promove o desenvolvimento de sistemas de canalização dos rios onde o escoamento superficial das águas pluviais é recebida, os alagamentos se tornam frequentes dado o mal planejamento e/ou seu crescimento populacional explosivo. Através da drenagem ineficiente, após chuvas intensas, inundações e alagamentos surgem, trazendo transtornos à população. Com o aumento da impermeabilização através de novas construções, será gerado um maior volume a ser escoado das águas pluviais, tornando frequente os alagamentos (Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, 2013).

Um outro grande problema relacionado a insuficiência dos sistemas de drenagem está no sistema de gestão de saneamento. Sedimentos advindos da incorreta destinação de lixo são carregados nos eventos de alagamento para as

sarjetas, galerias e bocas de lobo, obstruindo assim as tubulações de drenagem. Além disso, as interligações clandestinas de esgoto na drenagem possibilitam o rompimento de tubulações construídas somente para a drenagem urbana, levando para que um pequeno volume pluviométrico se torne um intenso alagamento. Devido a isto, há também a necessidade do sistema de drenagem suportar os níveis máximo e mínimo de vazão da bacia hidrográfica, porém, são necessárias obras de ampliação de medidas estruturais com valores altos demais para sua viabilidade (Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, 2013).

Figura 6 - Número de desastres por alagamento registrados no Estado de Pernambuco entre 1991 a 2022.



Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil (2022).

Houve 42 registros oficiais de alagamentos no estado de Pernambuco entre os anos de 2000 a 2022, tendo o último ano ocorrido 15 ocorrências no total, o maior número desde o começo do registro. Porém, o número de afetados em 2019 foi o maior, com mais de 22.146 no total. Contudo, não houve registro de óbitos para esta categoria de desastres (Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2022).

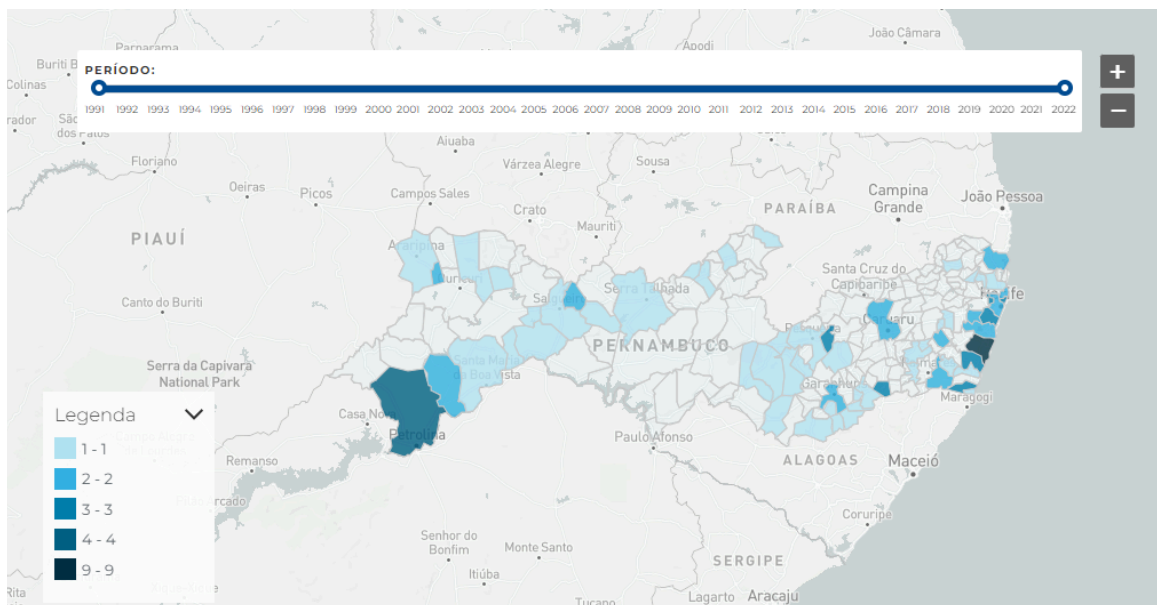
Figura 7 - Alagamentos em Pernambuco entre os anos de 2000 e 2022.



Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil (2022).

Entre os anos de 1991 a 2022, Pernambuco apresentou exatas 100 ocorrências de alagamentos, inundações e chuvas intensas em seu total, afetando mais de 175 mil pessoas e desalojando mais de 26 mil pessoas (Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2022).

Figura 8 - Ocorrências de alagamentos, inundações e chuvas intensas em Pernambuco entre os anos de 1991 a 2022.



Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil (2022).

### 3.4 Poluição atmosférica e impactos na saúde humana

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1946), saúde é definida como “um estado de completo bem estar físico, mental e social, e não consiste apenas na ausência de doença ou de enfermidade.” Após a designação de um conceito de saúde amplamente aceito pela OMS, foi que cresceu o número de conferências sobre o assunto, sendo uma das principais a conferência de Alma-Ata em 1978 que originou a declaração de Alma-Ata no mesmo ano.

“VII-I Os cuidados primários de saúde refletem, e a partir delas evoluem, as condições econômicas e as características sócio-culturais e políticas do país e de suas comunidades, e se baseiam na aplicação dos resultados relevantes da pesquisa social, biomédica e de serviços de saúde e da experiência em saúde pública.” Declaração de Alma-Ata (1978, p.02).

As emissões geradas pelos incêndios florestais naturais e atividades vulcânicas se configuram como prejudiciais à atmosfera, porém, por serem naturais, o planeta fornece o tempo e os mecanismos necessários para a recuperação. Atualmente, após a explosão da Revolução Industrial e o alto crescimento das frotas de veículos nas grandes cidades houve portanto, a consequente intensificação da poluição (Santana, 2017).

No presente, cerca de 50% da população mundial vive em cidades e aglomerados urbanos, estando assim expostos a maiores poluentes no ar (Machín, 2017). Drumm et al. (2014) cita que a poluição atmosférica urbana é um dos maiores problemas que atualmente afetam a sociedade, não somente os países industrializados, mas principalmente os em desenvolvimento. Para Azuaga (2000), a poluição atmosférica pode ser definida como a presença de substâncias nocivas, na atmosfera, em quantidade suficiente para afetar sua composição ou equilíbrio, prejudicando o meio ambiente e as mais variadas formas de vida.

Quadro 2 - Principais poluentes, origem e impactos na saúde.

Poluentes	Características	Fontes	Efeitos na Saúde
-----------	-----------------	--------	------------------



Material Particulado (MP)	Conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho.	Queima de combustíveis fósseis, queima de biomassa vegetal, emissões de amônia na agricultura e emissões decorrentes de obras e pavimentação de vias.	Produz irritação nas vias respiratórias. Causa estresse oxidativo e, em consequência, inflamação pulmonar e sistêmica. Exposição crônica produz remodelamento brônquico e DPOC. Pode ser cancerígeno.
Ozônio (O <sub>3</sub> )	É um poluente secundário, resultado da reação entre o óxido de nitrogênio com outros compostos voláteis.	Reações químicas complexas que acontecem entre o dióxido de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, na presença de radiação solar. Estes poluentes são emitidos principalmente na queima de combustíveis fósseis, volatilização de combustíveis, criação de animais e na agricultura.	É um agente oxidante fotoquímico e muito irritante. Provoca inflamação da mucosa do trato respiratório. Em altas concentrações, irrita os olhos, mucosa nasal e da orofaringe. Provoca tosse e desconforto torácico. Exposição por várias horas leva a lesão no tecido epitelial de revestimento das vias aéreas. Provoca inflamação e obstrução das vias aéreas a estímulos como o frio e exercícios.

Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	Resulta principalmente da queima de combustíveis que contém enxofre, como óleo diesel, óleo combustível industrial e gasolina.	Fontes naturais, como vulcões. A emissão antropogênica é causada pela queima de combustíveis fósseis que contêm enxofre em sua composição. As atividades de geração de energia, uso veicular e aquecimento doméstico são as que apresentam emissões mais significativas.	Irritante. Afeta a mucosa dos olhos, nariz, garganta e do trato respiratório. Causa tosse e aumenta a reatividade brônquica, facilitando a broncoconstrição.
Monóxido de Carbono (CO)	É um gás incolor e inodoro que resulta da queima incompleta de combustíveis de origem orgânica (combustíveis fósseis, biomassa etc.)	É emitido nos processos de combustão que ocorrem em condições não ideais, em que não há oxigênio suficiente para realizar a queima completa do combustível. A maior parte das emissões em áreas urbanas são	União com a hemoglobina, interferindo no transporte de oxigênio. Provoca cefaleia, náuseas e tontura. Tem efeito deletério sobre o feto. Está associado com recém-nascidos de baixo peso e morte fetal.

		decorrentes dos veículos automotores.	
Óxidos de Nitrogênio (NOx)	São formados durante processos de combustão. O NO, sob a ação de luz solar, se transforma em NO <sub>2</sub> tem papel importante na formação de oxidantes fotoquímicos como o ozônio.	Fontes antropogênicas: indústrias de ácido nítrico e sulfúrico e de motores de combustão, queima de combustíveis em altas temperaturas, em usinas térmicas que utilizam gás ou incineração. Fontes naturais: descargas elétricas na atmosfera.	Irritante. Afeta a mucosa dos olhos, nariz, garganta e do trato respiratório inferior, aumenta a reatividade brônquica e a suscetibilidade às infecções e aos alérgenos. É considerado um bom marcador da poluição veicular.

Fonte: Cetesb (2018), adaptado de Torres et al. (2020).

Freitas et al. (2005) cita que os incêndios florestais são uma das principais fontes de poluição atmosférica, onde em sua maior parte ocorrem em países em desenvolvimento com 87% das emissões globais advindas de queimadas.

A atmosfera terrestre é responsável por manter a vida em equilíbrio e a partir dos impactos de origem antropogênica sobre a atmosfera, os seres vivos em todo o planeta estão ameaçados. Desde o começo do século XX a saúde humana em específico tem evoluído de forma positiva, citando como exemplo a expectativa de vida que somente cresce em todo o mundo (IPCC, 2007). Contudo, diversos são os fatores que impactam negativamente como as mudanças climáticas.

Os seres humanos são expostos às mudanças climáticas por meio de mudanças nos padrões climáticos (por exemplo, eventos extremos mais intensos e frequentes) e indiretamente por mudanças na água, ar, qualidade e quantidade de alimentos, ecossistemas, agricultura, meios de subsistência e infraestrutura (IPCC,

2007). Sobral et al. (2010) cita que os desastres naturais se tornaram um dos maiores desafios para a saúde pública.

São diversos os efeitos negativos na saúde humana que se resultam direta ou indiretamente das mudanças climáticas. Alterações na prevalência e disseminação de doenças infecciosas, mediadas por processos biológicos, ecológicos, sociais interligados poderiam ter significativo impacto na saúde pública e na sociedade (Ribeiro; Assunção, 2002).

A transmissão de Arboviroses como o Zika vírus, vem aumentando globalmente a partir de mudanças nas condições climáticas, ambientais e socioeconômicas. Essas mudanças alteram os ciclos de transmissão de arbovírus envolvendo os vetores antropofílicos, facilitando a distribuição geográfica de doenças arbovirais. Com a mudança das condições climáticas, o surgimento de novas doenças infecciosas ou de doenças já negligenciadas (Prophiro, 2022).

Doenças como dengue, zika, chikungunya e febre amarela são sensíveis às mudanças ambientais, incluindo variações nas características do clima e da superfície terrestre. Atividades antrópicas, a exemplo do desmatamento e da mobilidade urbana, podem exacerbar o surgimento e disseminação dessas doenças, tendo em vista que alteram os habitat naturais dos vetores e potencializam as interações vetor-hospedeiro (Prophiro, 2022).

Doenças como o Aedes são influenciadas pelo ciclo hidrológico e temperatura. Com um precário sistema de saúde público, o interior brasileiro sofre com as consequências das mudanças climáticas. A alteração na configuração de migração de mosquitos tem facilitado a dispersão das doenças tropicais, isto devido a mudança na precipitação, aumento da temperatura e mudanças no uso e ocupação do solo (Artaxo, 2020).

Além das arboviroses, historicamente algumas doenças causadas por patógenos que circulam há décadas são Malária, Leptospirose, Tuberculose, Ebola, Doença de Chagas, dentre outros. Em estimativa, mais de 60% das doenças infecciosas circulam entre animais e humanos, e que grande parte seja causada por patógenos com origem na vida silvestre. Entretanto, as mudanças ambientais globais têm consequências diretas para o avanço dos patógenos e geram impactos tanto para a saúde pública quanto para a conservação de fauna (Artaxo, 2020).

A exemplo da Leishmaniose, infecções causadas por espécies de protozoários como a *Leishmania*, podem aumentar de ocorrência devido às

alterações nas características que sustentam o ciclo de vida desses parasitas. Consequentemente, vetores estão sujeitos a alterações na distribuição espaço temporal, na duração do ciclo de vida, sobrevivência e tamanhos populacionais (Galati et al., 2015).

### 3.5 Adaptação e Mitigação

O IPCC apresenta registros de anos anteriores de uma considerável alteração da temperatura na escala global. A década de 1990 é apontada como a mais quente já registrada e o ano de 2005 foi o ano mais quente também registrado. De acordo com quinto relatório científico do IPCC (2014):

“O aquecimento do sistema climático é inequívoco, e desde a década de 1950 muitas das mudanças observadas são sem precedentes ao longo de décadas a milênios. A temperatura global média aumentou em 0,76 °C e o nível do mar subiu 17 cm desde o século XIX.”

Não há dúvidas de que seus efeitos estão sendo percebidos, não somente a partir de pesquisas, consequências mais concretas como a extinção de animais marinhos já são realidade. A partir destes cenários, estratégias para minimização e/ou remoção dos impactos detectados globalmente estão sendo profundamente aplicados em diversas nações, porém, os esforços têm sido sentidos de maneira superficial. Os principais termos usados como estratégia mundial são *mitigação* e *adaptação*. A mitigação é uma estratégia de prevenção de impactos, ou seja, ela atua na remoção do problema, gerando resultados a curto prazo para a sociedade. “Mitigação refere-se a esforços para reduzir ou impedir a emissão de gases de efeito estufa, ou para aumentar a absorção dos gases já emitidos, limitando assim a magnitude do aquecimento futuro” (IPCC, 2014).

“O esforço de mitigação visa prevenir novas mudanças climáticas. É um esforço global que exige mudanças amplas de comportamento e avanços tecnológicos. As estratégias de mitigação são geralmente caras a curto prazo, porque são intensivas em capital (mudança de tecnologia, transporte urbano e infraestrutura coletiva) e requerem mudanças fundamentais nos sistemas urbanos e energéticos.” (UNFCCC).

Para o IPCC, adaptação é a ação para modificar e ajustar um sistema com o propósito de aliviar o impacto.

Adaptação é processo de ajuste ao clima real ou esperado e a seus efeitos. Nos sistemas humanos, procura moderar ou evitar danos e explorar oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar esse processo. (IPPC, 2014)

A convenção-quadro das Nações Unidas sobre a mudança do clima também traz seu conceito sobre adaptação. Nela, percebe-se a visão do local afetado, em que irá se partir as ações de adaptação. A percepção de que algumas das mudanças climáticas passíveis de ocorrência futura ou que estão ocorrendo irão persistir, mesmo após as ações para mitigação destas terem sido sucedidas, é um fator comparativo junto ao conceito do IPCC.

A adaptação implica reajustar a vida à realidade de que, independente dos esforços de mitigação, uma certa quantidade de mudanças climáticas inevitavelmente ocorrerá [...] A adaptação terá impactos principalmente em uma escala local: as ações são baseadas em necessidades específicas das regiões afetadas. (UNFCCC)

O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) traz seu conceito de adaptação integralmente ligada ao IPCC, porém, traz o meio ambiente junto às populações como uma das estruturas existentes que necessitam de proteção.

A adaptação é definida como um ajuste do sistema natural ou humano em resposta aos efeitos climáticos atuais ou futuros. Tem como objetivo principal a redução do impacto dos efeitos adversos da mudança do clima, de maneira a salvaguardar as populações, o meio ambiente e as estruturas existentes. Faz parte de um conjunto de ações tomadas para que o estado almejado do ambiente retorne ao que era antes ou se mantenha. (BID).

O termo adaptação está bastante conectado com outro termo, a *resiliência*, que é percebida através da capacidade de uma nação ou localidade em lidar com perturbações inesperadas, ou seja, sua capacidade de se adaptar aos eventos abruptos ocorrentes (Amorim et al., 2014).. De acordo com a Fundação Rockefeller (2014) a resiliência é “a capacidade de indivíduos, comunidades, instituições, empresas e sistemas dentro de uma cidade de sobreviver, adaptar-se e crescer, independentemente dos tipos de estresses crônicos e choques agudos que vivenciam.” Esses ‘choques agudos’ são os incêndios, inundações, furacões, ondas de calor, tornados, surtos de doença, etc. No contexto das mudanças climáticas, o

clima mais quente, as secas e as chuvas prolongadas são incluídas dentro do conceito de choques agudos.

É importante destacar o conceito de resiliência pois devido à natureza inesperada dos eventos citados anteriormente, é necessário criar uma cidade resiliente, preparada não somente para lidar com os “choques agudos”, mas também para lidar com os impactos resultantes. Uma cidade resiliente é aquela onde os desastres naturais são minimizados, os serviços de infraestrutura organizados, obedecendo a padrões e códigos de segurança (Amorim et al., 2014).

### ***3.5.1 Ações para a Adaptação e Mitigação da Mudança do Clima.***

De acordo com relatório da ONU para Redução do Risco de Desastres (2021), nos últimos 50 anos houve um aumento no número de desastres naturais e eventos extremos. Do total de desastres calculados desde 1970, 50% foram desastres naturais, com 11 mil desses desastres sendo eventos climáticos e 91% das mortes ocorridas em países em desenvolvimento. Ainda de acordo com a ONU, graças ao aprimoramento dos sistemas precoces de alarme e gerenciamento de desastres, o número de mortes foi reduzido a quase um terço entre 1970 e 2019, caindo de 50 mil na década de 1970 para menos de 20 mil na década de 2010.

Tendo em vista o aumento de eventos extremos ao redor do planeta, a necessidade de adaptar e mitigar os impactos se faz visível. Além de sistemas de alerta precoces, dado as diferentes formas de impactos inseridas em contexto, diversas estratégias para minimização das consequências encontram-se disponíveis.

Como um esforço primário feito pelo governo, o Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), formalmente instituído em 2009 pela Lei nº 12.187 para a busca de garantias à proteção do clima, traz estratégias de redução de emissões dos gases do efeito estufa. No plano também está prevista a adaptação às mudanças climáticas, promovida por meio das três esferas da Federação, com a participação e colaboração de agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários (Ximenes; Maglio, 2022).

Como instrumento de adaptação dos impactos atuais e futuros do Brasil, o Governo Federal elaborou o Plano Nacional de Adaptação (PNA), instituído em 10 de maio de 2016 por meio da portaria nº 150, após o acordo de Paris em 2015. Segundo a WWF, seu objetivo é promover a redução da vulnerabilidade nacional à

mudança do clima e realizar uma gestão de riscos associada a esse fenômeno. Assim, o plano traz ações adaptativas que devem se pautar pela integração de políticas nos diversos níveis de governo, setores e características territoriais que ultrapassam as fronteiras de estados e municípios (Ximenes; Maglio, 2022).

O Acordo de Paris (2015), um dos acordos mais recentes envolvendo as mudanças climáticas, foi histórico por todos os países signatários da UNFCCC terem assinado, firmando assim o acordo globalmente. Nele, as nações estabelecem metas voluntárias para redução das emissões de GEE globalmente, sendo base para a implementação de procedimentos, planos e mecanismos (Freitas e Silva, 2020). No acordo, os países desenvolvidos se comprometem a aportar 100 bilhões de dólares ao ano no GCF a partir de 2020 para apoiar os países em desenvolvimento a alcançarem suas metas de redução estabelecidas nas iNDCs (Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada ou intended Nationally Determined Contribution, este último em inglês) (Euler, 2016).

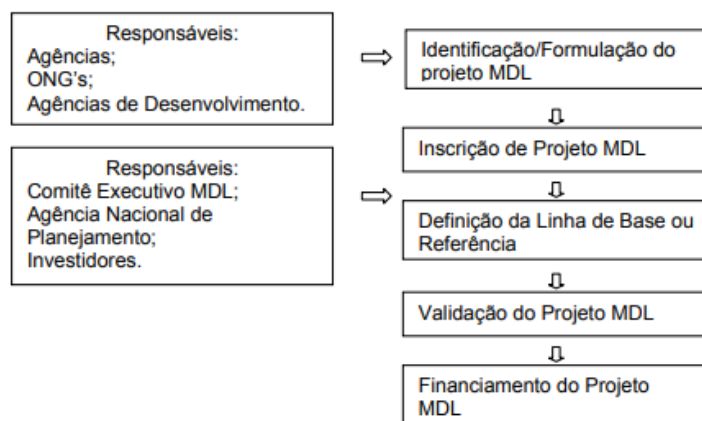
Todavia, antes do Acordo de Paris ser firmado, o Protocolo de Quioto, principal ação de redução dos GEE globalmente. na data de sua ratificação, estabeleceu alguns mecanismos que auxiliam no processo de redução de emissões GEE, sendo eles: (1) Implementação Conjunta; (2) Comércio de Emissões; (3) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MARCHEZI; Amaral, 2008).

Conforme o Protocolo de Quioto, a Implementação Conjunta (IC) é um acordo entre duas nações inseridas no Anexo I (Países desenvolvidos) que desenvolvem e implementam tecnologias para redução dos GEE (Chaves, 2016).

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) propõe que cada tonelada de CO<sub>2</sub> não emitida por um país em desenvolvimento seja negociada no mercado mundial, incentivando a redução de emissões globais (Cenamo, 2004). De acordo com o MDL, os países desenvolvidos podem financiar projetos em países em desenvolvimento, para redução de gases de efeito estufa e se apropriarem de créditos de redução de emissões (Chaves, 2016).



Figura 9 - Etapas de financiamento de um projeto de MDL.



Fonte: Renner (2004), adaptado de Mendis & Openshaw (2001).

O Comércio de Emissões e Créditos de Carbono formam o Mercado de Carbono e que abarca os três mecanismos introduzidos no Protocolo de Quioto. Uma tonelada de CO<sub>2</sub> não emitida para a atmosfera corresponde a um crédito de carbono, sendo este crédito um certificado eletrônico emitido quando há diminuição de emissões de GEE (Meneguín, 2012). O comércio de emissões é um sistema global de compra e venda de emissões de carbono, baseado no esquema de mercado *cap-and-trade*, “limite e negociação” em tradução livre, denominando um mercado que cria limites para as emissões de gases de um determinado setor ou grupo (Meneguín, 2012).

O conceito de sequestro de carbono, presente dentro do Mercado de Carbono, tem sua origem na Conferência de Quioto em 1997, tendo a finalidade de reverter o acúmulo de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Projetos de sequestro de carbono fazem parte da Convenção Quadro da Mudança Climática, com a missão de reduzir as emissões dos países-membros (Renner, 2004). Estes projetos se sustentam na ideia do florestamento como sumidouro de carbono através da fotossíntese, havendo o reflorestamento, a silvicultura e o enriquecimento de florestas degradadas como seus principais projetos.

O Fundo Verde do Clima, criado na COP 16 em Cancún, prevê a captação de recursos financeiros dos países ricos para ações de adaptação e combate às mudanças climáticas em países pobres. Na ocasião, foi proposto o arrecadamento de 100 bilhões de dólares por ano advindos de recursos privados e estatais de nações ricas até 2020 (DW, 2014). O Fundo Verde do Clima (GCF na sigla em

inglês) foi também criado como o principal instrumento para financiamento do mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD) (Euler, 2016).

Inicialmente proposto pela Conferência de Montreal, as discussões limitavam-se ao desmatamento (RED), porém, com a adição da degradação das florestas (REDD) e por fim a conservação da biodiversidade, o manejo sustentável de florestas e o fortalecimento dos estoques de carbono florestal, se formou o termo REDD+. Em 2013 na COP-19 em Varsóvia, Polônia, onde houve a conclusão das negociações a partir da assinatura do Marco de Varsóvia, definindo uma arquitetura internacional destinada a prover incentivos financeiros a atividades do REDD+ (Euler, 2016). O Brasil é pioneiro na implementação do REDD+, tendo o projeto-piloto Floresta+ Amazônia que incentiva e recompensa quem efetivamente protege a floresta como marco da iniciativa no país (PNUD, 2020).

Figura 10 - Modelo REDD+ no Brasil.



Fonte: MMA - Ministério do Meio Ambiente.

O Fundo Amazônia é uma iniciativa pioneira de financiamento de ações do REDD+ . Foi proposto pelo Brasil em 2007, na 13ª Conferência das Partes da Convenção da ONU para o Clima (COP13/UNFCCC) em Bali, e teve sua criação autorizada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) em 2008, por meio do Decreto Presidencial 6.527 (KADRI et al, 2020).

### 3.6 Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto

A tecnologia da informática possibilitou o armazenamento e a representação de informações coletadas sobre a distribuição geográfica em um ambiente computacional. Anteriormente, essas informações eram armazenadas em documentos e mapas em papel, tornando difícil uma análise de diferentes dados em um mesmo mapa (Ibrahin, 2014). Com isso, a partir do desenvolvimento de novas tecnologias, o termo geoprocessamento foi criado para designar informações referenciadas espacialmente na superfície terrestre (Rosa, 2013).

Francelino (2003) definiu geoprocessamento de maneira sucinta como “um conjunto de técnicas e metodologias de armazenamento, processamento, automação e utilização de imagens para tomada de decisões.” Para Rosa (2013, p. 59), “o geoprocessamento pode ser definido como sendo o conjunto de tecnologias destinadas à coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação.” Já Ibrahin (2014) apresenta uma definição semelhante a Rosa:

“Geoprocessamento é o conjunto de técnicas, métodos e ferramentas que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica, influenciando e proporcionando a análise de recursos naturais, o transporte, as comunicações, energia, o planejamento urbano, entre outros aspectos.” (Ibrahin, 2014)

O geoprocessamento tem como característica a sua interdisciplinaridade, convergindo com diversas disciplinas científicas do estudo ambiental. Vê-se que o termo abarca outros conceitos da temática, relacionando-se com o sensoriamento remoto, as geotecnologias e o sistema de informação geográfica (Rosa, 2013). Tendo como prioridade transformar dados em informação, o termo compreende atividades de aquisição, tratamento e análise de dados sobre a terra, envolvendo um conjunto de tecnologias para a coleta de imagens da superfície do planeta, chamado de Sensoriamento Remoto, até o processamento e análise de dados em forma de mapa digital, usando o Sistema de Informações Geográficas (Ferreira; Moura; Queiroz, 2010).

Estudiosos afirmam que as primeiras tentativas de automatizar o processamento de dados com características espaciais aconteceram na Inglaterra através de pesquisas na área da Botânica, e nos EUA em estudos de volume de

tráfego, ambos nos anos 50. Porém, ainda na época, as técnicas não poderiam ser consideradas como um “sistema de informação geográfica” (Zaidan, 2017). No Brasil o geoprocessamento teve seu início em 1982 com a introdução do SIG canadense (Canadian Geographical Information System) pelo Dr. Roger Tomlinson, introduzindo grupos de pesquisa, sendo um deles o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), que estabeleceu um grupo específico para o desenvolvimento de tecnologia de geoprocessamento e sensoriamento remoto (Câmara e Davis, 2003).

Na área do geoprocessamento, o sistema de informação geográfica (SIG) é um dos termos mais usados e “pode ser definido como um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise, simulação, modelagem e apresentação de dados referidos espacialmente na superfície terrestre, integrando diversas tecnologias” (Rosa, 2013 p. 60). “O SIG é um ambiente computacional, orientado à análise e interpretação de diversos fatos e fenômenos relacionados à Terra.” (Ferreira; Moura; Querioz, 2010). Além destes, o termo apresenta outros significados por estudiosos da área a partir da sua qualidade de uso (Quadro 3).

Quadro 3 - Definições de SIG.

<b>Definições do SIG baseadas na qualidade como ferramenta</b>
<p>“um poderoso conjunto de ferramentas para a coleta, armazenamento, fácil recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real” (BURROUGH, 1986). “um sistema para captura, armazenamento, checagem, manipulação, análise e exibição de dados que são espacialmente referenciados” (DEPARTMENT OF ENVIRONMENT, 1987)*. “uma tecnologia de informação que armazena, analisa, exibe tanto dados espaciais quanto Dados não espaciais” (PARKER,1988)*. “um sistema computacional assistido para a coleta, armazenamento, análise e visualização de dados geográficos” (EASTMAN, 1997). “uma ferramenta para a integração e análise de dados referenciados geograficamente” (MAGUIRE, 1991).</p>
<b>Definições do SIG baseadas na qualidade como base de dados</b>
<p>“um sistema de base de dados no qual a maioria dos dados está indexada espacialmente e sobre os quais um elenco de procedimentos é operacionalizado,</p>

com a finalidade de responder perguntas sobre entidades espaciais na base de dados” (SMITH et al., 1987)\*. “qualquer conjunto de procedimentos de forma manual ou computacional, utilizado para armazenar e manipular dados geograficamente referenciados” (ARONOFF, 1989).

### **Definições do SIG baseadas na qualidade de organização**

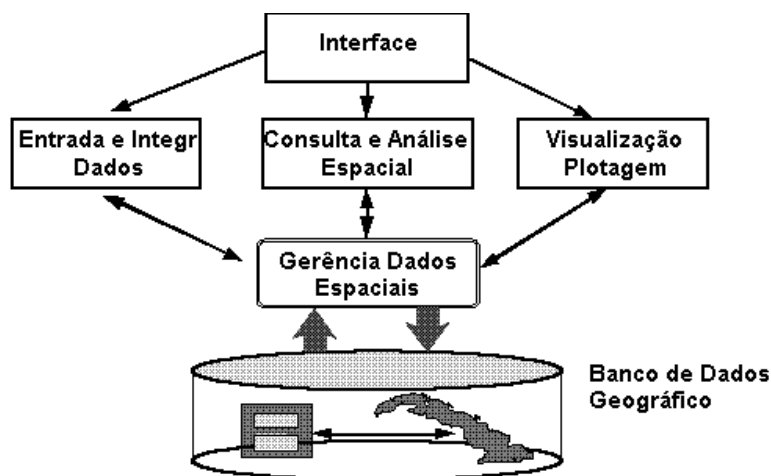
“um conjunto de funções automáticas que assegura aos profissionais o armazenamento, a recuperação, a manipulação e a exibição de dados geograficamente localizados, com recursos/capacidades avançados,” (OZEMOV; SMITH; SICHERMAN, 1981)\*. “uma entidade institucional, que reflete uma estrutura organizacional, que integra a tecnologia, uma base de dados, os especialistas e um contínuo suporte financeiro” (CARTER, 1989)\*.

Fonte: Burrough; McDonnell, 1998. Adaptado de Hamada e Gonçalves, 2007.

Em suma, a definição da sigla pode variar dependendo da apropriação do conceito, porém os softwares são parte intrínseca dos SIGs, sendo uma das áreas de atuação do geoprocessamento, que se define como um ramo de atividades das geotecnologias (Zaidan, 2017). Por fim, Xavier da Silva (2001) considera que o melhor termo a ser utilizado seria “Sistemas Geográficos de Informação (SGI), onde sua definição se resume em um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados (registros de ocorrências) georreferenciados, para os transformar em informação relevante (acréscimo de conhecimento).”

O SIG tem como objetivo ser um instrumento para todas as áreas de conhecimento que fazem uso de mapas e ferramentas de navegação. Atualmente, grande parte das aplicações das tecnologias de informação geográfica no Brasil, estão ligadas à gestão municipal, ao meio ambiente, ao planejamento estratégico de negócios, ao agronegócio e, a concessionárias e redes. Para a área de meio ambiente, essas tecnologias são muito usadas para o monitoramento de regiões distantes e remotas, a exemplo da região amazônica. Para cada aplicação, apresenta-se características próprias e soluções distintas visto que compreende aspectos específicos para a produção dos dados geográficos (Rosa, 2013).

Figura 11- Arquitetura de Sistema de Informação Geográfica.



Fonte: INPE (2006).

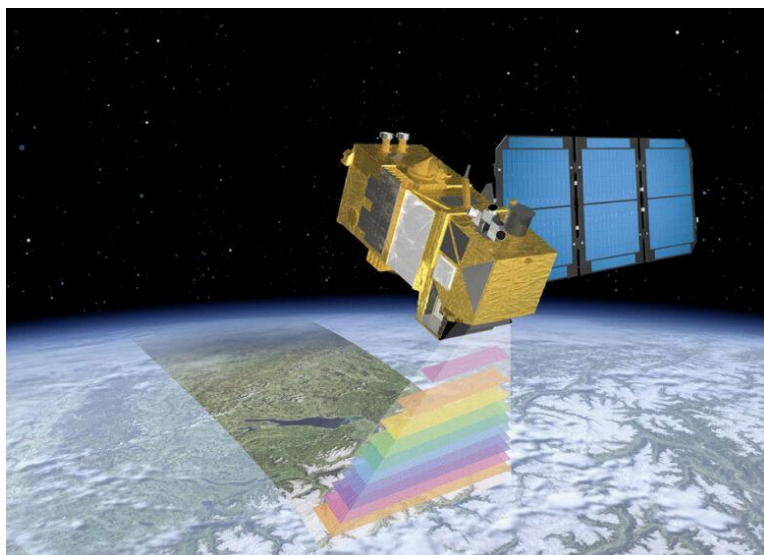
O sensoriamento remoto é um grupo de atividades que obtém informações da superfície terrestre, influenciando as áreas da cartografia, planejamento urbano e rural, energia, transportes, etc. (Matheus, 2013). Uma outra conceituação mais clássica é de que o sensoriamento remoto é uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto. A partir desta definição, para que o contato físico não aconteça, o sensor deve estar a uma distância remota do objeto imageado.

Assim, um conceito mais científico é que “o sensoriamento remoto é uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres” (Meneses e Almeida, 2012). As imagens provenientes do sensoriamento remoto podem ser processadas digitalmente por modernos softwares em potentes hardwares, a fim de se obter da imagem, o maior número de informações possíveis (Francelino, 2003).

O sensoriamento remoto é a segunda mais antiga geotecnologia por ter sua origem histórica associada à fotografia, na segunda metade do século XIX e muitas aplicações ao longo das diferentes guerras, principalmente a primeira e a segunda guerra mundial. Em 1957, um objeto não tripulado foi lançado ao espaço exterior e pôs-se a gravitar em torno da Terra. Na década de 60 deu-se início aos experimentos espaciais tripulados, como por exemplo, a série de espaçonaves Gemini e Apollo, da National Aeronautics and Space Administration (NASA),

motivando o desenvolvimento de uma série de sensores com o objetivo de obter informações sobre a superfície terrestre. Em 1972 os EUA colocaram em órbita o primeiro satélite de sensoriamento remoto com finalidade civil, destinado à obtenção de dados de forma rápida, confiável e repetitiva dos alvos terrestres (Rosa, 2013).

Figura 12 - Captação de imagens orbitais.



Fonte: Agência Espacial Brasileira (2015).

Entre as décadas de 70 e 80 as aplicações do Sensoriamento Remoto eram focadas no mapeamento ambiental em escalas médias e pequenas (1:50.000 a 1.000.000). Contudo, em 1997, com a incursão de novos satélites de maior resolução em órbita, verificou-se a ampliação nos campos de aplicações. Consequentemente, a obtenção de mapas digitais com apuração de detalhes em escalas de 1:10.000 a 1:25.000, a exemplo do satélite IKONOS lançado em 1999 (Francelino, 2003).

O sensoriamento atualmente se constitui de uma gama variada de satélites, que com características que vão desde bandas espectrais até sensores que detectam áreas em faixa inferior a 1 metro (Meneses e Almeida, 2012). O Brasil é um dos pioneiros na tecnologia em imagens de satélites por sensoriamento remoto com o intuito de monitorar os recursos naturais, tendo seu início na década de 40 como imagens fotográficas aéreas da vegetação (Neto, 2018).

Figura 13 - Satélite Worldview imageando a terra.



Fonte: Engesat (2014).

O projeto RADAMBRASIL na década de 60 com objetivo realizar um levantamento integrado dos recursos naturais do país, foi o impulso para o início do sensoriamento remoto no Brasil. A grande extensão do território brasileiro aliado ao pouco conhecimento dos recursos naturais e o alto custo de se obter informações por métodos convencionais, foram os fatores decisivos para o país entrar no programa de sensoriamento remoto por satélite. Hoje inúmeras instituições do país utilizam-se desta tecnologia para obter informações de caráter geológico, geomorfológico, geográfico, pedológico, hidrológico, agrícola, de qualidade ambiental etc (Rosa, 2013).

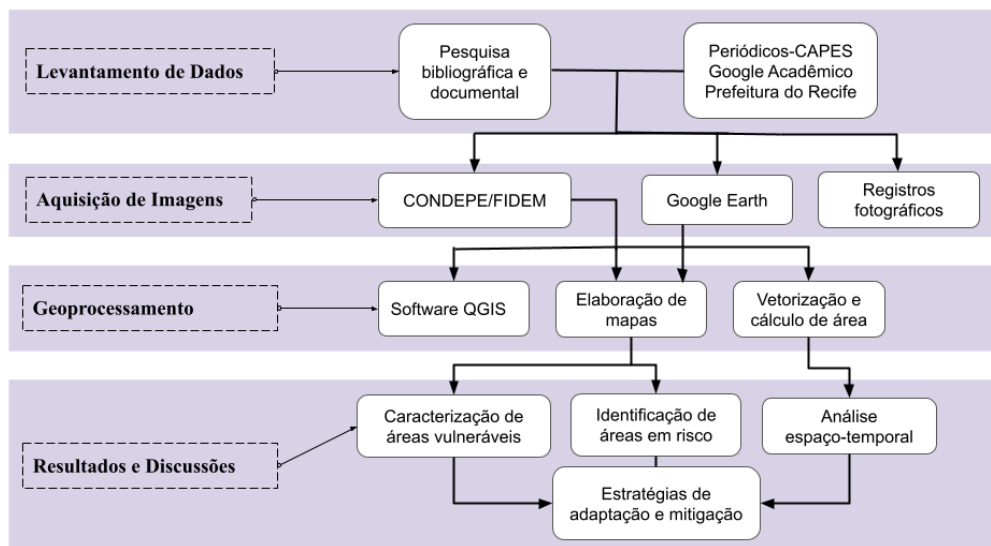


#### 4 METODOLOGIA

Foi utilizado como método principal a pesquisa descritiva, com o intuito de analisar os dados sobre vulnerabilidade climática no bairro da COHAB, para assim apresentar as estratégias para adaptação e mitigação dos impactos ambientais ocorrentes e/ou passíveis de ocorrência. As abordagens quantitativa/qualitativa foram usadas como preceito para a coleta e análise dos dados adquiridos em pesquisa através do fluxograma abaixo.

Como objeto empírico do estudo foi selecionado o bairro da COHAB (Ibura de Cima), pertencente ao município de Recife, por apresentar características sensíveis ao tema abordado. O trabalho analisará o histórico temporal da área de interesse a partir de mapas fotográficos para discussão das características identificadas (perda de vegetação, pavimentação, etc), dos anos 2005 e 2022 a partir da coleta de dados mapeados no ano de 2005. Além disso, uma comparação será feita com os bairros mais vulneráveis.

Figura 14 - Fluxograma da metodologia utilizada para a pesquisa.



Fonte: Autora (2024).

Por se tratar de uma pesquisa em um bairro urbano e populoso, o estudo foi conduzido para que não houvesse o encontro e ferimento de animais locais. Os métodos de coleta de dados foram projetados para serem não invasivos, como o uso

de imagens geoprocessadas, evitando perturbações desnecessárias à população que reside e assim, não afetando os fatores abióticos da região.

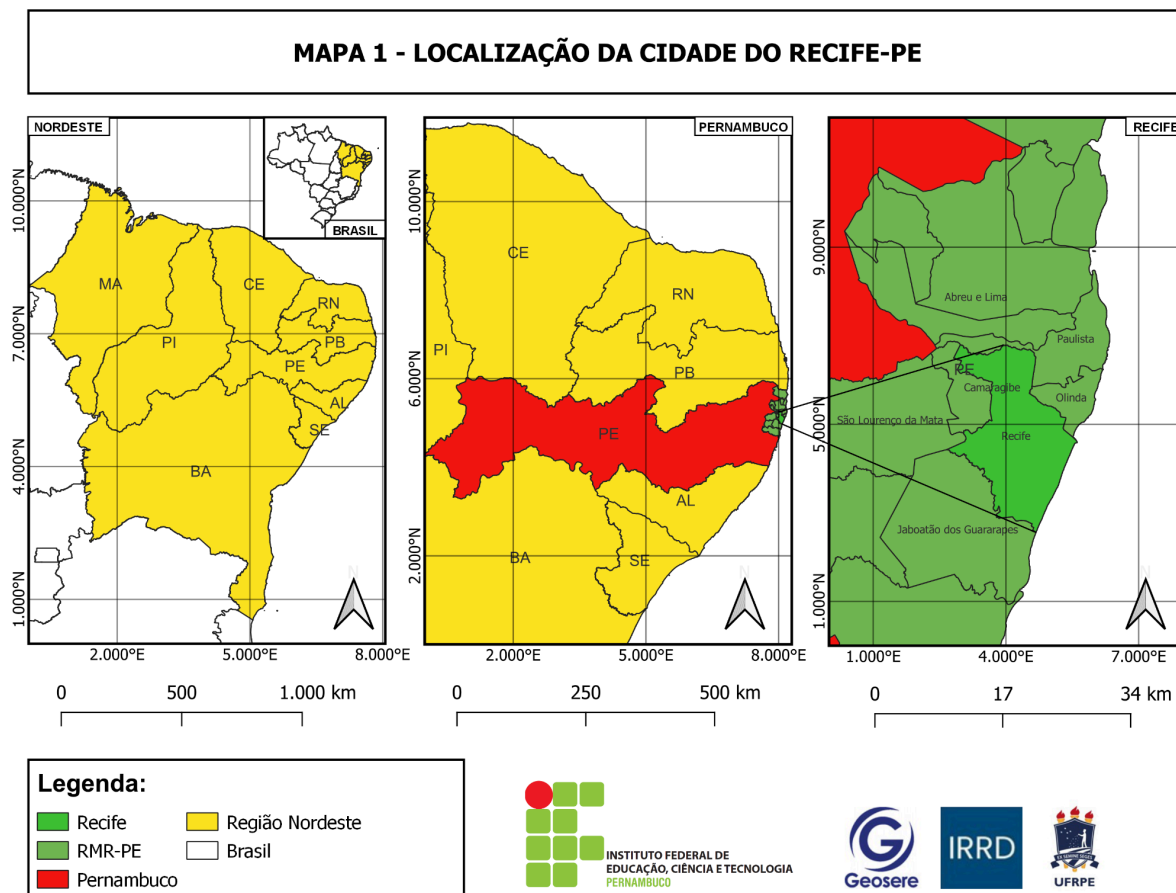
#### **4.1 Caracterização da área de estudo**

##### **4.1.1 Caracterização da Cidade de Recife**

A cidade de Recife, capital do estado de Pernambuco, pertencente à Região Metropolitana de Recife (RMR), possui uma área de 217,01 km<sup>2</sup>, banhada pelo Oceano Atlântico através de seu posicionamento no litoral. Sendo umas das 10 cidades mais populosas do país, possui 1.599.513 habitantes e uma densidade demográfica de 7.370,78 habitantes por km<sup>2</sup>, estando 100% urbanizada (Prefeitura do Recife).

Recife ocupa uma posição central no litoral do nordeste do Brasil, situando-se na área central da RMR, a 800 km das metrópoles regionais de Salvador e Fortaleza. Limita-se ao norte com os municípios de Olinda e Paulista; ao sul, Jaboatão dos Guararapes; a leste com o oceano Atlântico e a oeste com São Lourenço da Mata e Camaragibe. A capital possui 67,43% de morros; 23,26% de planícies; 9,31% de água; e 5,58% de Zonas Especiais de Preservação Ambiental – ZEPA. (Prefeitura do Recife).

Figura 15 - Localização da Cidade de Recife/PE.



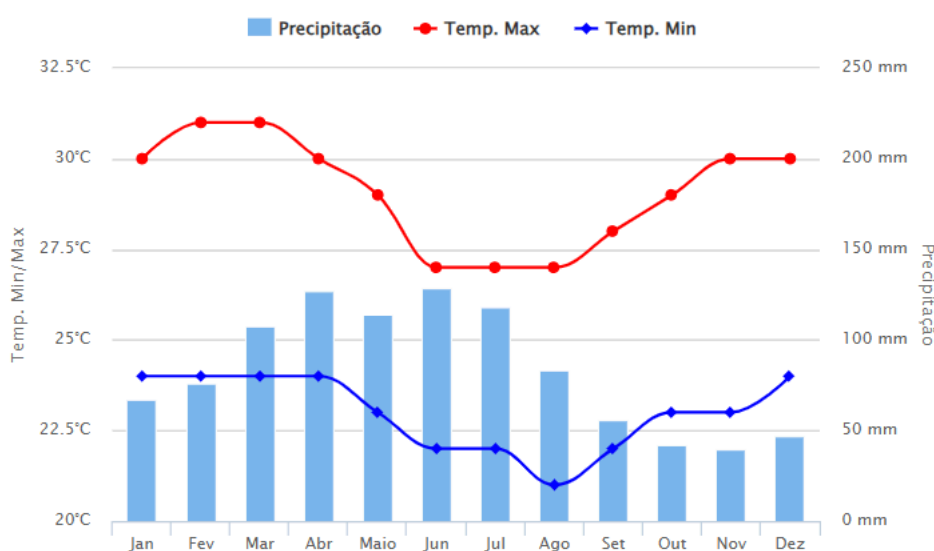
Fonte: Autora (2024).

A unidade territorial pertence ao bioma de Mata Atlântica e está a 4 metros acima do nível do mar. A vegetação original é a Mata Atlântica, cuja característica é de mata densa. Hoje, porém, devido à ação antrópica, a maior parte da área é ocupada por canaviais. Resquícios da antiga vegetação ocorrem, de forma reduzida, no cume de alguns morros. O desmatamento contribui para o maior escoamento superficial e menor taxa de infiltração das águas de chuva para alimentar os aquíferos existentes sob a região (Leal, 1994).

Com um clima tropical-úmido, influenciado por massas tropicais marítimas, Recife está inserida no domínio climático Tropical Chuvoso, assim possuindo um clima quente e ao mesmo tempo úmido, com frequentes chuvas no outono-inverno (Soares, 2018). Apresenta altas temperaturas, com média anual das máximas de 29,1°C e média anual das mínimas de 21,9°C. A média compensada apresenta uma variação entre 23,9°C e 26,6°C, com uma média anual de 25,5°C. O período mais

quente abrange os meses de dezembro a março, enquanto o menos quente ocorre entre os meses de junho a setembro (Pfaltzgraff, 2003).

Figura 16 - Médias climatológicas calculadas a partir de uma série de dados de 30 anos observados em Recife.



Fonte: ClimaTempo (2024).

Apresenta 69.2% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 60.5% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 49.6% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2017). O percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo e um Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de 0,772 (IBGE, 2017).

A cidade apresenta duas unidades geotectônicas, o embasamento cristalino e bacias sedimentares cobertas de maneira incompleta por depósitos do grupo barreiras e sedimentos quaternários (Soares, 2018). O Grupo Barreiras cobre constitui uma cobertura sedimentar terrígena continental e marinha que percorre o litoral brasileiro, se entendendo desde a região amazônica, por toda região costeira norte e nordeste, até o estado do Rio de Janeiro. Constituída a partir da última rocha sedimentar terciária do Nordeste do Brasil, composta por mais 4.000 km de extensão no litoral.

O Grupo Barreiras é geologicamente a principal das regiões de morro da Região Metropolitana do Recife, sendo constituída por uma mistura de areia e argila

com sub-horizontes, chegando a altitudes de 50 metros. Este grupo geológico apresenta 2 tipos de formações que se situam no objeto de estudo, a Formação Guararapes e Riacho Morno. Ambas formações apresentam menor susceptibilidade à erosão e maior probabilidade a eventos de movimentos de massa. Todavia, devido às ações antrópicas no bairro, a estatística para os movimentos de massa nas regiões de morro super habitadas tem aumentado, dada a circunstância de crescimento populacional nas metrópoles brasileiras.

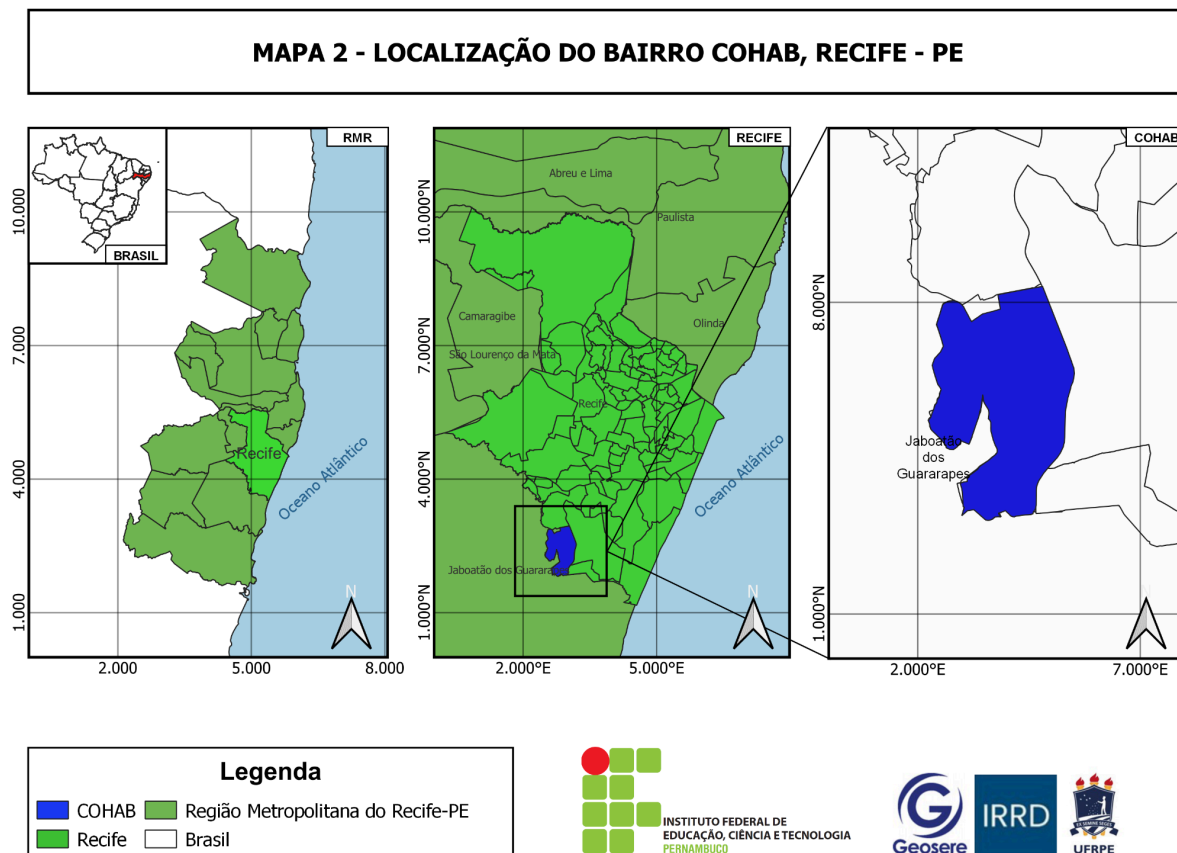
O Grupo Barreiras tem sido citada por estudiosos ora como “formação”, ora como “grupo” e até “série”, tendo esta última sido refutada por indicar uma estratificação da cobertura sedimentar. A sedimentação do grupo Barreiras limitou-se a um conjunto de fatores ambientais, dentre eles, mudanças climáticas, oscilações do nível do mar e movimentos tectônicos, que influenciaram na atual configuração espacial do litoral brasileiro (EMBRAPA, 2011).

#### **4.1.2 Caracterização do bairro da COHAB, Recife**

Escolhido como objeto de estudo, o bairro da COHAB (Ibura de Cima) situa-se na Região Metropolitana de Recife (RMR), no Estado de Pernambuco. Especificamente, está localizada na Região Político - Administrativa - RPA6, na zona Sul do município. Esta é assim designada a partir da Lei nº 16.293 de 22.01.1997, que divide o município em 6 Regiões Político-Administrativas, onde cada uma se subdivide em microrregiões, sendo a Cohab situada na microrregião 6.3.

Ainda como parte da organização espacial do município, o modelo de Burgess (1929) sobre anéis concêntricos onde a cidade cresce de dentro para fora foi usado como base de localização da rede urbana do Recife. A COHAB localiza-se no Anel Periférico, onde no passado, a solução para o crescimento das cidades se deu através da saída das classes médias do centro para o subúrbio (Freitag, 2006).

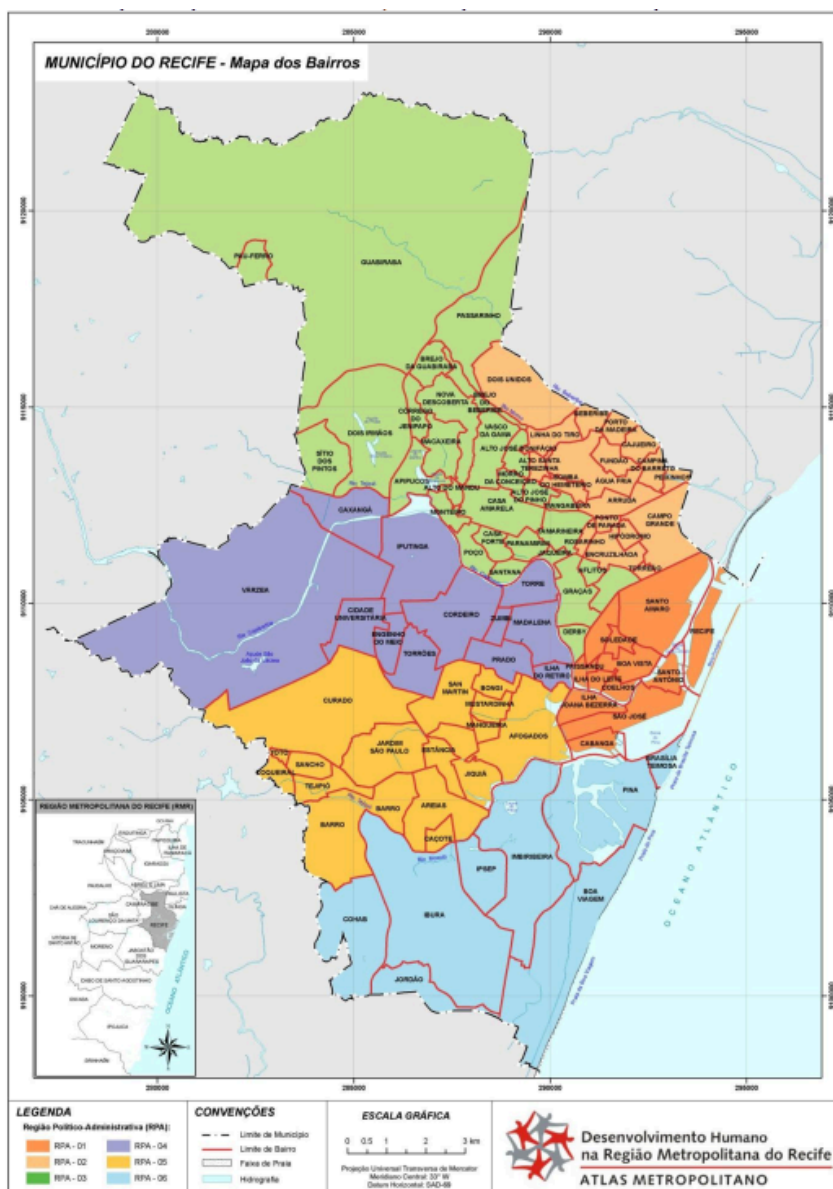
Figura 17 - Localização do bairro da COHAB, Recife.



Fonte: Autora (2024).

A nomenclatura de Ibura é uma corruptela indígena que quer dizer “fonte de água” (y: água / bura: que brota, que arrebenta, borbulha). O nome oficialmente estipulado é o Programa da Companhia de Habitação Popular (COHAB), que foi promovido pelo Governo Estadual de Pernambuco com respostas às pressões populares sobre a demanda populacional. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa - IBGE (2010), o bairro ocupa 4,38% da capital pernambucana, tendo uma população residente, até a análise do Censo demográfico 2010, de 67.283 habitantes em uma área territorial de 4,26 km<sup>2</sup>, e uma densidade demográfica de 157, 94 hab/ha.

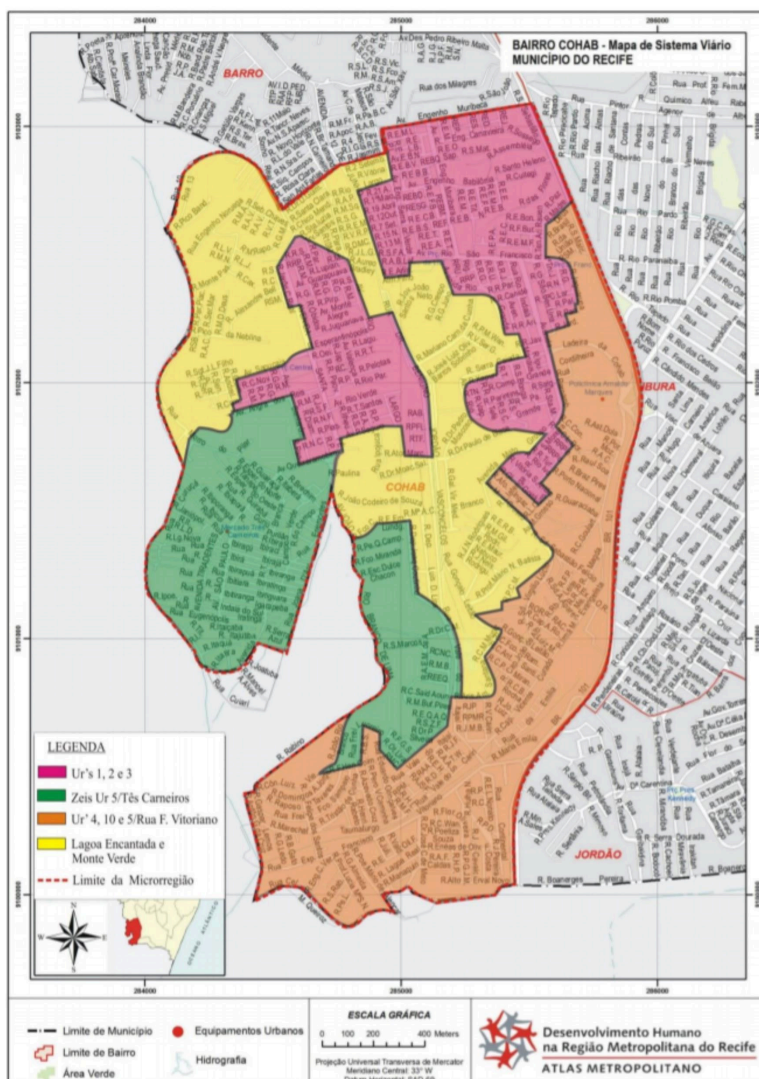
Figura 18 - Bairros do Recife e suas divisões político-administrativas.



Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano, 2005.

O objeto de estudo é composto pelas localidades: Unidade Residencial 1 (UR1), Unidade Residencial 2 (UR2), Unidade Residencial 3 (UR3), Unidade Residencial 4 (UR4), Unidade Residencial 5 (UR5), Unidade Residencial 10 (UR10), Monte Verde, Três Carneiros e Lagoa Encantada. As principais vias de acesso ao bairro são a BR-101 e a Avenida Recife, sendo esta primeira considerada como linha divisória das porções planas da COHAB e Ibura de Baixo (Ibura).

Figura 19 - Divisão territorial do bairro da COHAB.



Fonte: Oliveira (2013).

No bairro da COHAB (Ibura de Cima), além da promoção de habitações pelo Governo Estadual, a ocupação também se iniciou com a construção de vilas para abrigar as vítimas das enchentes dos anos 70. Está inserida na localidade a Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) UR 5/Três Carneiros, formada a partir do loteamento irregular de uma das áreas de colinas vizinha. A implantação da ZEIS foi instituída pelo então Prefeito do Recife, Jarbas Vasconcelos, através da Lei nº 15158/88 de 27/12/1988, tendo como objetivo a regularização fundiária (Atlas Municipal, 2005).

Com uma estrutura física em relevo colinoso (colinas) situado na parte oeste da Rodovia BR-101, localiza-se em sua totalidade no ambiente de morros a sudoeste do município, cortada por pequenos riachos. Seu solo é formado pela



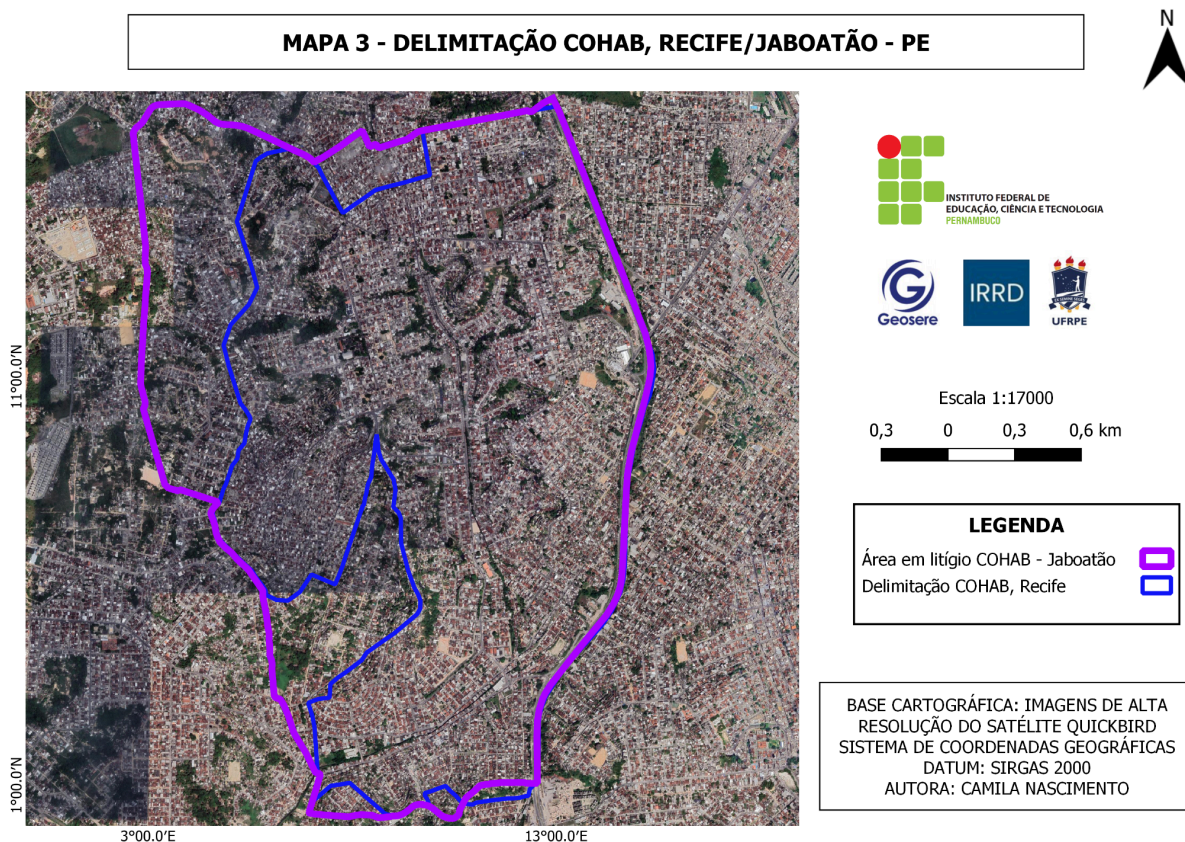
mistura de areias e argilas compactadas, em predominância pela Formação Barreiras. Geomorfologicamente, as encostas da COHAB possuem altura média estimada de 40 metros, inclinação média em torno de 20 a 30 graus e extensão estimada de 500 metros. A forma predominante do relevo é o anfiteatro. A curvatura da encosta é considerada côncava, na curvatura vertical, e planar, na curvatura horizontal, com escoamento retificado, antrópico (Coutinho et al., 2007).

Apresenta uma morfologia urbana tipicamente residencial, definida pela presença de conjuntos habitacionais populares construídos pela COHAB/PE. Além de possuir localidades indicadas como de maior risco pela Defesa Civil, a área dispõe de uma carência na infra-estrutura e baixa qualidade ambiental (Atlas Municipal, 2005).

Além de sua aparência predominantemente residencial, a COHAB (Ibura de cima) possui um aglomerado de edificações públicas, como por exemplo, escolas públicas e estaduais, postos médicos e de policiamento, praças, uma rede de comércio estabelecida por farmácias, lanchonetes, bares, mercados, entre outros (Oliveira, 2013).

Em sua abrangência territorial, o bairro se insere não somente na cidade de Recife, como também em Jaboatão dos Guararapes, em uma pequena porção (UR's 11 e 12). Porém, o recorte do bairro somente inserido na cidade do Recife foi usado como objeto de estudo (Scott, 1996).

Figura 20 - Delimitação do bairro da COHAB junto a Jaboatão dos Guararapes.



Fonte: Autora (2024).

## 4.2 Pesquisa Bibliográfica e Documental da Área

A análise parte de uma extensa revisão bibliográfica sobre os principais autores da área de mudanças climáticas, a exemplo José Marengo, Anthony Giddens, Carlos Nobre, etc. A pesquisa está organizada em duas partes de execução, sendo a primeira etapa a pesquisa bibliográfica a partir de monografias, artigos, dissertações, teses, relatórios técnicos, etc, que estejam relacionados com a temática da mudança do clima. A segunda etapa se faz pela análise dos dados obtidos em estudos oficiais, mapas georreferenciados e pelo trabalho em campo.

A pesquisa bibliográfica se deu primariamente pela busca de artigos em periódicos, tais como a plataforma Periódicos-Capes, Google Acadêmico, Catálogo de Teses e Dissertações CAPES, Repositório do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) e o Repositório da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Os artigos procurados tinham como foco temas relacionados às mudanças climáticas, com foco

na temática da vulnerabilidade climática, as estratégias de adaptação e mitigação de impactos ambientais e o geoprocessamento como ferramenta, como diagnóstico geral do assunto.

### 4.3 Aquisição de dados e Imagens

A aquisição de imagens deu-se de três maneiras: uso de imagens de satélite georreferenciadas em CD, adquiridas no Núcleo de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (GEOSERE), localizado no Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); imagens online do Google satélite previamente processadas, acessadas pela ferramenta de complemento inserida no software QGIS *QuickMapServices*; e obtenção de imagens fotográficas presencialmente no local de estudo.

#### 4.3.1 Imagens de satélite

Para obtenção de imagens de satélite de forma online, as plataformas usadas foram primeiramente imagens geoprocessadas da COHAB, obtidas pelo satélite QUICKBIRD, coletadas no ano de 2005. As imagens de satélite tinham por finalidade, a criação do Plano Metropolitano de Política de Defesa Social e Prevenção à Violência na Região Metropolitana do Recife com o CONDEPE/FIDEM (Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco); e do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para os mapas. Porém, nenhuma das imagens adquiridas necessitou de tratamento por já estarem geoprocessadas.

Tabela 1 - Dados sobre imagens adquiridas em CD.

PARÂMETROS	DESCRIÇÃO
SENSOR	QUICKBIRD
ANO DA COLETA	2005
PROJEÇÃO	UTM/SOUTH AMERICAN 1969
DATUM	SAD69
RESOLUÇÃO ESPACIAL	0,6 METROS
ÁREA	246 KM²

Fonte: CONDEPE/FIDEM (2007).

### 4.3.2 Google Maps

Além das imagens de satélite em CD, foram utilizadas imagens do Google Maps no QGIS. Através da adição do complemento *QuickMapServices* como plugin que permite a uso de dados do Google Maps, é possível adicioná-lo como camada imagens em satélite do globo.

### 4.3.3 Trabalho em campo

Além disso, houve uma visita a campo para aquisição de imagens fotográficas das localidades que apresentam risco para o bairro. No dia 12 de outubro de 2022 ocorreu uma visita nas localidades UR1, UR3, UR2, Três Carneiros e Monte Verde, pontos onde há grande presença de declividade e propensos a deslizamentos de terra e alagamentos. A partir da visita, houve uma análise sobre os graus de gravidade dos impactos percebidos da comunidade, desde o muito baixo até muito alto.

Figura 21 - Visita a campo na Avenida Rio Grande na localidade UR-1 no bairro da COHAB, Recife.



Fonte: Autora (2024).



Figura 22 - Visita a campo na Rua Guerra Junqueiro na Localidade UR-1 no bairro da COHAB, Recife.



Fonte: Autora (2024).

#### **4.3.4 Aquisição de arquivos shapefile**

A obtenção de arquivos shapefile para delimitação da área de estudo foram adquiridas em duas fontes online, a primeira para o uso das imagens pré-processadas em CD para o ano de 2005 foi obtida na plataforma de dados do IBGE. Para as imagens de satélite do Google Earth no ano de 2022, foi adquirido shapefile da plataforma de informações geográficas do Recife (ESIG).

#### **4.4 Tratamento e processamento de imagens**

A tecnologia utilizada para mapeamento do objeto de estudo foi o programa QGIS que se resume em um Sistema de Informação Geográfica de Código Aberto (GIS), sendo licenciado pela GNU General Public License. A versão para computador do programa utilizada para o trabalho se deu pela versão 3.22.6 (Białowieża).

#### **4.4.1 Vetorização**

O geoprocessamento possui duas representações de dados: raster e vetor. Para este trabalho, foi usado a estrutura de dados vetorial que usa uma série de pontos que definem o limite de uma feição com o objetivo de reproduzir a área de interesse o mais próximo possível. Vetorização significa transformar pixels de uma imagem em curvas, pontos e linhas. Os métodos vetoriais por usarem coordenadas dos pontos são matematicamente exatas (Rosa, 2013).

A partir das imagens georreferenciadas do bairro para análise espaço-temporal das mudanças espaciais de 2005 e imagens de satélite do Google, com o uso da ferramenta para criação de camadas em vetor inserida no software QGIS, foram criados três classes temáticas de visualização, com o foco na pesquisa sobre áreas verdes, áreas construídas e áreas de risco para ambos os anos no bairro. Cada classe temática foi criada

Tendo em vista que após a passagem de anos no bairro e os aspectos físicos sofrerem mudanças, a vetorização das áreas verdes, aspecto ambiental essencial usado para a análise dos resultados, foram efetuados em dois projetos distintos, devido a clara diferença de resultados que serão discutidos adiante.

Para a elaboração da camada vetorial sobre as áreas de risco contidas no bairro, foram usadas como base para a sua criação imagens do Google Earth em 3D, tornando possível a detecção e observação das áreas com declives, sensíveis a impactos de deslizamento de terra e alagamentos.

#### **4.4.2 Elaboração de mapas temáticos**

Mapas temáticos, dentro da cartografia tem o objetivo gerar a representação das informações geográficas referentes a um ou vários fenômenos (físicos ou sociais) de todo o planeta ou de uma parte dele. Os mapas geralmente possuem uma superfície plana para representar a terra e usam de legendas e símbolos para espacializar fenômenos. Não somente uma descrição espacial, os mapas temáticos apresentam formas distintas de leitura e interpretação da realidade (IBGE, 2023).

Após a vetorização, na ferramenta layout de impressão, pode-se elaborar os mapas temáticos para visualização da área de estudo e adequada análise dos resultados observados em planta. Dentre os tipos de mapa criados, o mapa de

localidade transparecendo os contornos da área em questão foi um dos principais tipos de mapa a ser elaborado.

#### **4.4.3 Cálculo de área**

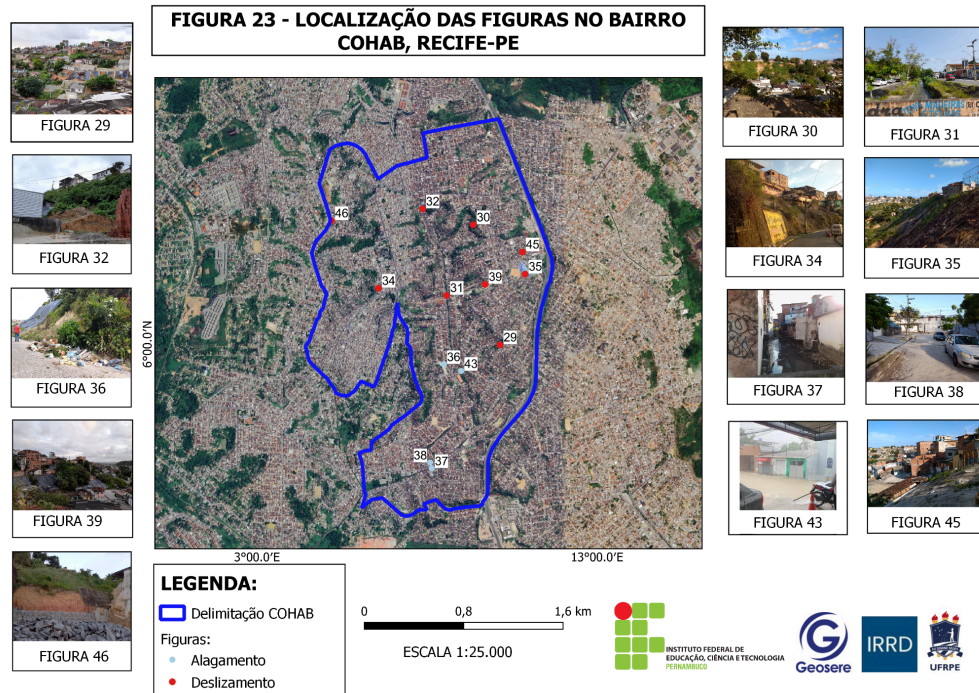
Para melhor análise dos dados em mapa, com a ferramenta “calculadora de campo” pode-se calcular a área em hectare das três classes temáticas criadas e assim expor a discrepância do antes e depois da situação do bairro. Com as informações em números referente às mudanças físicas do bairro com o passar dos anos, foi elaborada uma tabela com as informações em hectare e porcentagem entre os 18 anos para a análise espaço-temporal. A partir dos números em tabela, foram elaborados gráficos para melhor entendimento das mudanças ocorridas com a passagem do tempo.

### **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **5.1 Análise espaço-temporal da área de estudo**

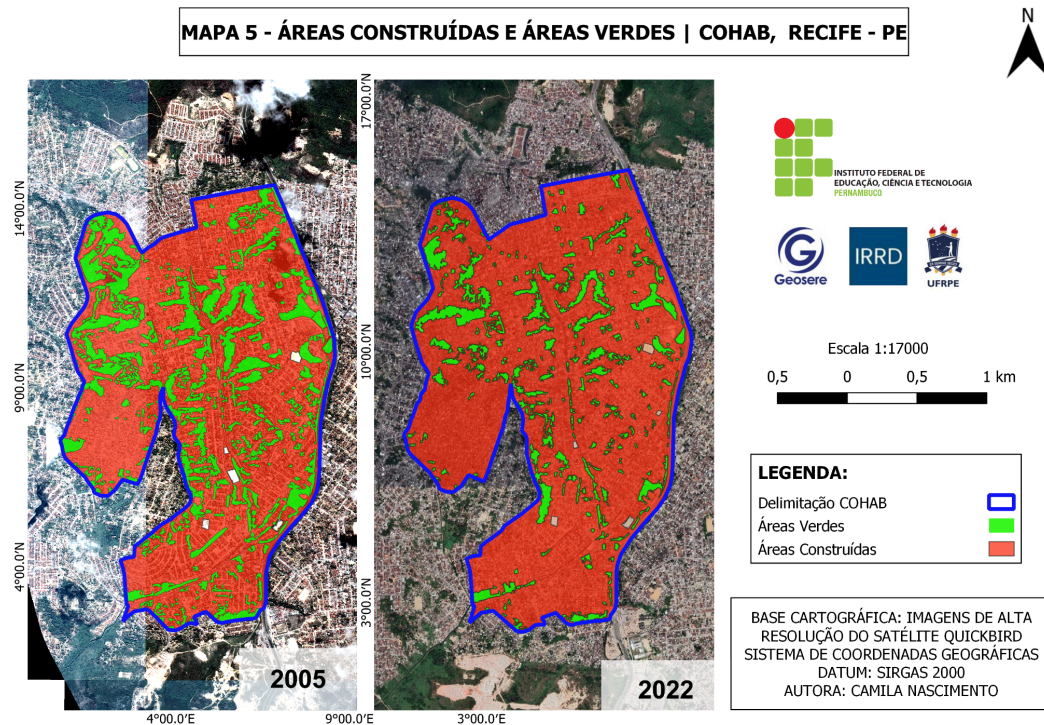
De acordo com o IPCC, Recife está listada dentro da agenda climática como a décima sexta cidade mais vulnerável do planeta, apresentando vulnerabilidades comuns dentre as metrópoles globais junto à lista. Com a atual tendência global do crescimento populacional em grandes cidades, Recife também apresenta aumento similar a estatística global. Junto a isto, o aumento do percentual de áreas impermeabilizadas mostra dilatação, em razão do presente quadro dos assentamentos humanos por sobre áreas de concreto. O bairro da COHAB, em Recife, apresenta como resultado do crescimento populacional, a perda de vegetação e o aumento de áreas construídas.

Figura 23 - Localização das figuras no bairro da COHAB



Fonte: Autora (2024).

Figura 24 - Comparação das áreas verdes e áreas construídas entre 2005 e 2022 no bairro COHAB, Recife - PE.



Fonte: Autora (2024).



A partir das imagens de satélite do Quickbird, foi possível a visualização dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo no bairro da COHAB. Com base no mapa 7, é possível observar que após a passagem de 17 anos, a começar pelo ano de 2005, houve perda de vegetação acentuada, com zonas tendo pouca ou nenhuma área verde. O bairro já podia identificar um percentual de 22% de áreas verdes por sobre o total de sua área em 2005. Já em 2022, a partir do cálculo de área, pode-se identificar 13% em áreas verdes no total da área do bairro, registrando uma perda de 11% da sua vegetação.

Tabela 2 - Percentual de cobertura vegetal e áreas impermeáveis de 2005 a 2022.

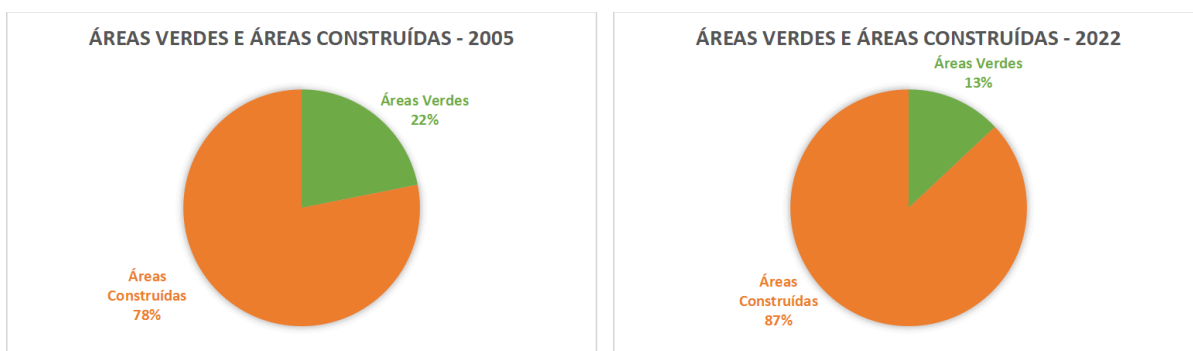
ANO	Áreas Verdes		Áreas Construídas		Área total
	Hectare	Percentual	Hectare	Percentual	
2005	92,1985	22%	329,3149	78%	421,5134
2022	54,9847	13%	367,6017	86%	422,5864

Fonte: Autora (2023).

A perda de cobertura vegetal está diretamente ligada ao aumento no número de moradias, consequência clara do crescimento populacional ocorrido no bairro. Recife é uma das cidades brasileiras com alto custo de vida e preço em imóveis, com um preço médio em aluguel de R\$ 41,68/m<sup>2</sup>, com populações de menor poder econômico necessitando ocupar zonas de menor valor no mercado, muitas vezes em encostas de forma clandestina. A COHAB teve sua expansão acentuada pela forma de crescimento urbano característico de grandes capitais, com o surgimento de moradias irregulares sobre recursos naturais.

Na tabela abaixo, é possível verificar o potencial

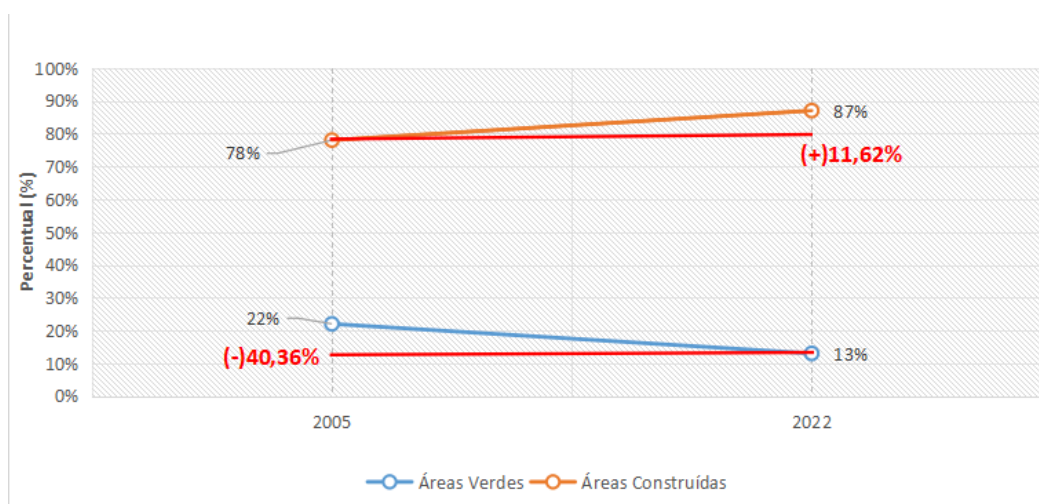
Figura 25 - Gráfico de percentual de áreas verdes e áreas construídas entre os anos 2005 e 2022.



Fonte: Autora (2024).

Abaixo, na figura 20 é possível analisar como maior grau de certeza, a mudança ao longo do tempo da vegetação no bairro. Em vermelho é possível perceber a porcentagem exata do aumento da urbanização em 11,62% e da perda de vegetação em 40,36%. Uma outra razão para o maior número de perda da vegetação em comparação ao aumento de áreas impermeabilizadas na COHAB se faz pelo menor número de ruas e avenidas arborizadas, que com o tempo também diminuíram.

Figura 26 - Percentual de mudanças na passagem de anos (2005 - 2022).



Fonte: Autora (2024).

Tabela 3 - Percentual de Áreas Verdes e Áreas Construídas (2005 - 2022).

Transição 2005 - 2022		
	Hectare	Percentual
Áreas Verdes	(-) 37,2138	(-) 40,36%
Áreas Construídas	(+) 38,2868	(+) 11,62%

Fonte: Autora (2024).

5.2 Caracterização da vulnerabilidade no bairro da COHAB, Recife

A cidade de Recife possui parâmetros socioambientais que a vulnerabilizam ambientalmente, com características físicas que expõem a cidade a efeitos adversos relacionados às mudanças climáticas. Na tabela a seguir, é apresentado algumas dessas características socioambientais em Recife e seu bairro, a COHAB.

Tabela 4 - Parâmetros socioambientais da Cidade de Recife e de seu bairro COHAB.

PARÂMETROS SOCIOAMBIENTAIS		DESCRIÇÃO
RECIFE	Altitude Média	4m (acima do nível do mar)
	Latitudes	Baixas
	Temperatura Média (mensal)	25°C
	Amplitude Térmica (anual)	5°C (média)
	Umidade Relativa do Ar (Anual)	84% (média)
	Clima	Tropical Quente e Úmido
	Índice Pluviométrico (anual)	Acima de 1.600 mm (média)
	Precipitação Média (anual)	2.200mm
	Relevo Predominante	Planície Flúvio-Marinha (23,26%) e as Colinas (67,43%)
	População Média (2022)	1.488.920 hab. (aprox.)
COHAB	Densidade Demográfica (2022)	680 hab./ha
	Declividade	Alta
	Relevo Predominante	Colinas
	Unidade Geológica Predominante	Formação de Barreiras
	População (2010)	67 mil hab. (aprox.)
	Densidade Demográfica (2010)	157 hab./ha
	Valor do Rendimento Nominal Médio dos Domicílios (mensal)	R\$ 1.182,43
	Taxa de Alfabetização da população de 10 anos e mais	92,6%

Fonte: Autora (2024).

A COHAB é uma das dezenas de bairros localizados na cidade de Recife em que são caracterizados por áreas de vulnerabilidade. Como fator primário para os altos índices de risco no bairro, o histórico socioeconômico para o modelo de ocupação da área implica severamente a situação. A ocupação desordenada, feita principalmente de moradias escassas em recursos básicos, por exemplo o saneamento, contribuem para o desequilíbrio ambiental da região. Isto também, aliado com a valorização da zona costeira como superfície central da cidade, com investimentos imobiliários, saneamento básico, infraestrutura urbana, etc. têm levado ainda mais indivíduos para as zonas periféricas da cidade de maneira descomposta.

Um exemplo das consequências do zoneamento urbano desordenado está nas chuvas intensas em Recife, em 2022. Em 28 de maio de 2022, com chuvas de mais de 100 milímetros em toda a capital pernambucana, houve deslizamentos de terra, alagamentos, e inúmeros transtornos em algumas regiões da cidade. Bairros como o Barro, Guabiraba e Jardim Monte Verde/Ibura foram afetados por deslizamentos de terra, acionando mais de 200 bombeiros militares de todo o país para o resgate de sobreviventes e corpos. Do total de 100 mortes, Monte Verde, localidade da COHAB situada no limite entre Recife e Jaboatão, foi um dos pontos mais afetados pela tragédia com 20 mortes em seu total, 17 somente em um ponto (Globo, 2022).

Figura 27 - Cicatriz após deslizamento de barreira em Monte Verde, COHAB.



Fonte: Globo (2022).

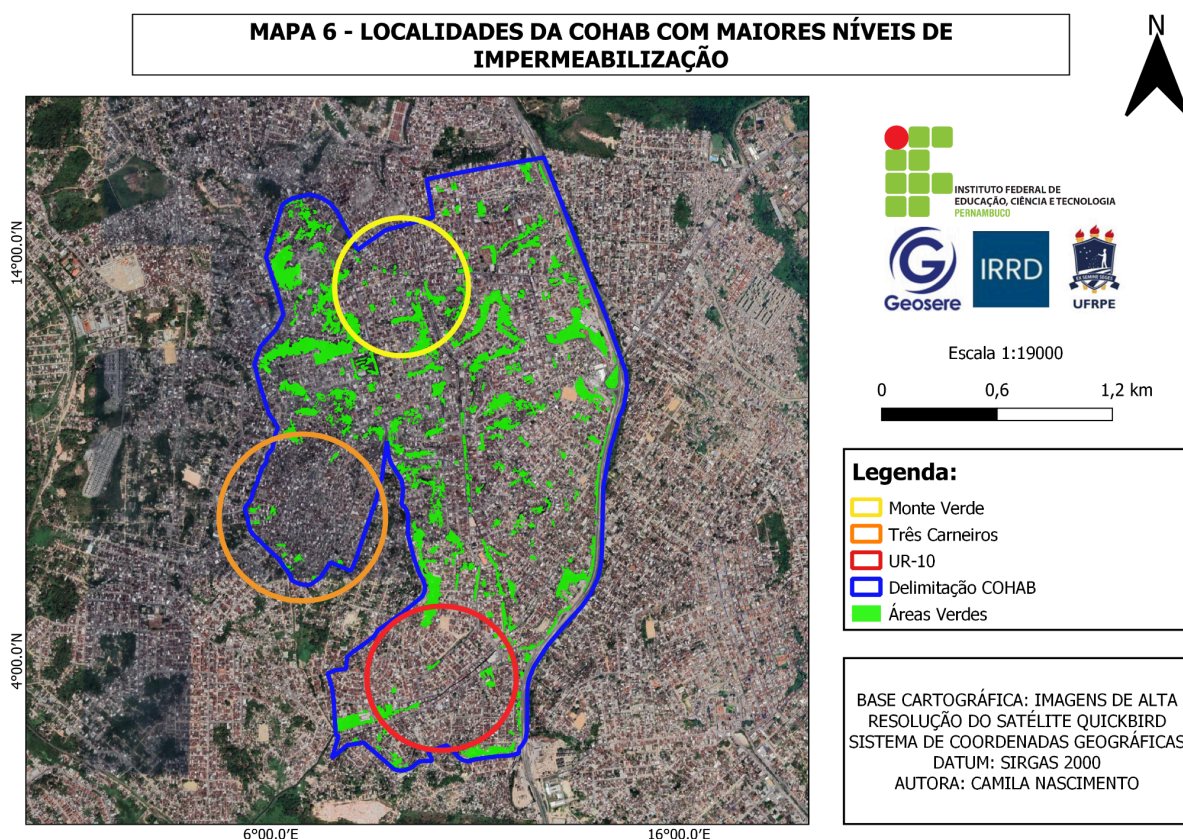
Monte Verde faz parte das 9 localidades da COHAB que apresentam riscos à população ocupante da região. Tragédias como os deslizamentos em Monte Verde se caracterizam por uma série de características que acentuam o grau de vulnerabilidade dessa região como o terreno desnivelado e acidentado, com pouca ou nenhuma impermeabilização, sistema de drenagem urbana precário e/ou escasso em suas regiões, sistema de esgotamento precário e/ou escasso, moradias muito próximas umas das outras, e nível alto de pobreza.

Regiões altamente asfaltadas também mostram sinais de vulnerabilidades quando acompanhadas de um sistema de drenagem falho. O asfalto impede a perfuração da água no solo e de assim se estabilizar ali, elevando a concentração de líquido a ser drenado. Em grandes áreas impermeabilizadas, há também a concentração de médias de temperatura elevadas em comparação a regiões ricas em vegetação, devido à média de radiação do sol em paralelo às áreas verdes, que absorvem os raios solares através da fotossíntese das plantas. A partir disso, vastas áreas impermeabilizadas podem chegar a apresentar temperaturas superiores a 50° Celsius, neste caso impactando o microclima do bairro, e por consequência da cidade.

Apesar das consequências dos deslizamentos, Monte Verde se inclui junto às localidades de Três Carneiros e UR-10 com o maior número de áreas impermeabilizadas. A partir do cálculo de área, produzido na ferramenta QGIS, em 2022 a COHAB possuía 87% de sua área total por áreas construídas/impermeabilizadas. Dentre as três localidades, Três Carneiros é a que possui, em sua maior parte, o maior percentual de área impermeabilizada e com pouca cobertura vegetal, com 0,2% em áreas verdes em sua área total na localidade. A localidade da UR-10 foi a que teve a maior perda de vegetação durante a passagem de anos, representando 7% de áreas verdes no bairro em 2005, para 0,8% em 2022.



Figura 28 - Localidades do bairro da COHAB com maiores níveis de impermeabilização.



Fonte: Autora (2024).

Uma vez que superfícies impermeáveis são incapazes de absorver raios solares, refletindo esses mesmos raios em calor e trazendo como produto o efeito das ilhas de calor, este processo é um sinal de vulnerabilidade climática no bairro. Dessa forma, a premissa de que áreas com cobertura vegetal indicam menores percentuais de  $\text{CO}_2$  em virtude de que áreas verdes apresentam como sistema de sobrevivência, a fotossíntese com a transformação do  $\text{CO}_2$  na atmosfera em oxigênio. Assim, tendo isto em vista, zonas com pouco ou sem áreas verdes apresentam impactos no microclima do bairro e por consequência atingem também o clima da cidade como um todo.

A maior parte do bairro da COHAB se constitui por morros com solo exposto, asfaltado ou em um menor número, por áreas verdes. Porém, muitas dessas áreas onde há vegetação, constitui-se basicamente por plantas herbáceas, mais comumente a bananeira que apresenta raízes pequenas de baixa fixação que, ainda assim, mantém o solo exposto. No caso de uma encosta de área de mata fechada, a

natureza naturalmente absorve todo excesso de água, não deixando a mesma escorrer, evitando assim a erosão do solo e seu consequente deslizamento. Portanto, os vários morros não impermeabilizados e com presença de vegetação herbácea, são expostos às chuvas intensas características do período chuvoso de Recife, acarretando nos frequentes desastres por deslizamentos ocorridos na região.

Figura 29 - Barreiras expostas e com lonas na localidade da UR-1.



Fonte: Autora (2024).

A localidade de Lagoa Encantada é um segundo exemplo do bairro para citar a constante vulnerabilidade presente. Um dos principais problemas da região em questão parte da frequente ocorrência de, após chuvas intensas, alagamentos se sucederem na área. Em específico, o canal situado na avenida principal Dr. Benigno Jordão de Vasconcelos, que transborda na avenida em direção às residências ao longo da via. A localidade se situa entre outras três localidades, UR-1, UR-2 e UR-4, sendo uma área baixa e plana entre morros, que potencializa a frequência dos alagamentos. Em maio de 2022, após chuvas intensas, um deslizamento de barreira atingiu diversas moradias, deixando um rastro de cicatriz exposta no solo da encosta.



Figura 30 - Vista das localidades Lagoa Encantada e UR-1.



Fonte: Autora (2024).



Figura 31 - Canal situado na avenida Dr. Benigno Jordão de Vasconcelos, em Lagoa Encantada.



Fonte: Autora (2024).

Figura 32 - Cicatriz de deslizamento em uma barreira na localidade de Lagoa Encantada.



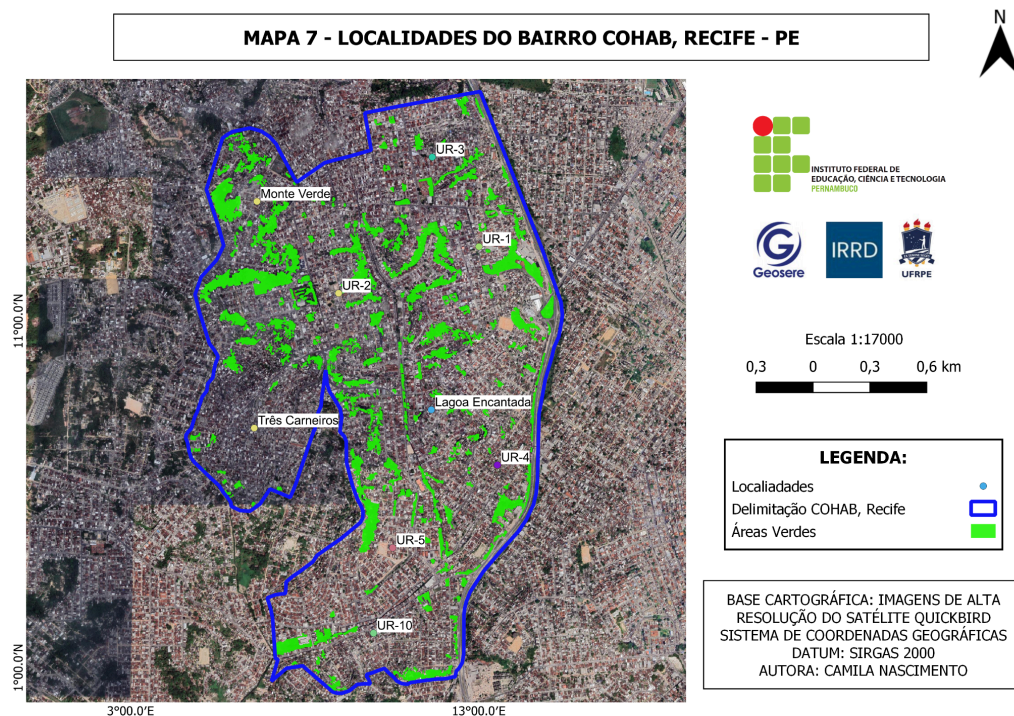
Fonte: Autora (2024).

### **5.3 Identificação de áreas de risco no bairro da COHAB, Recife**

O IBGE (2010) cita que 206.761 pessoas estão expostas ao risco imediato em Recife, tendo como principais fatores a pobreza e desigualdade social para a medição do grau de vulnerabilidade. A COHAB tem sua origem nos programas governamentais de habitação destinados a populações de baixa renda, que em sua maioria eram vítimas das enchentes nas áreas de planície, sendo construídas nos topos de morros, em locais mais planos. Porém, devido ao crescimento populacional desordenado, moradias foram construídas em zonas com condições impróprias para estabelecimento.

Alagamentos e deslizamentos de terra são os principais riscos observados no bairro, com vestígios de deslizamentos recentes em encostas e baixa cobertura de drenagem urbana. Para o presente trabalho, foram selecionadas algumas localidades pertencentes à COHAB, Recife para análise da vulnerabilidade. Com o uso do Google Earth 3D, foi possível verificar quais as localidades do bairro que apresentam declividades com média de 40 metros de altura. As principais localidades analisadas que apresentam risco são a UR-1, UR-2, UR-4, UR-5, UR-10, Três Carneiros, Lagoa Encantada e Monte Verde.

Figura 33 - Localidades do bairro da COHAB em 2022.



Fonte: Autora (2024).

Elementos como cicatrizes de erosão e de deslizamentos no solo, lixo sólido descartado nas encostas e córregos, áreas desmatadas, moradias construídas em barrancos, longas escadarias, muros de arrimo, lonas pretas para evitar o excesso de infiltração de águas da chuva e outras situações comuns a essas localidades, são elementos que evidenciam a vulnerabilidade presente na COHAB.

Nas figuras a seguir, é possível verificar ações antrópicas que causam riscos à comunidade e impactos à paisagem da região. Tubulações de esgoto sendo lançadas diretamente na encosta permite a ocorrência de erosão e perda da coesão das partículas do solo. A deposição de esgoto por habitações de forma irregular no canal da UR-5 tem afetado negativamente a frequência de alagamentos no bairro. Uma situação comum de se encontrar nos morros ocupados é o depósito de lixo e entulho, gerando a sobrecarga de detritos e a retenção de água por sobre as encostas, elevando o risco de deslizamentos de terra nas áreas ocupadas com solo exposto.



Figura 34 - Morro ocupado por moradias na localidade de Três Carneiros.



Fonte: Autora (2024).

Figura 35 - Encosta com solo exposto e com depósitos de lixo na localidade da UR-1.



Fonte: Autora (2024).



Figura 36 - Depósitos residenciais de lixo próximo a um morro na localidade de Lagoa Encantada.



Fonte: Autora (2024).

Figura 37 - Depósitos residenciais de esgoto na localidade de UR-5.



Fonte: Autora (2024).

Figura 38 - Rua Martins Fonte paralela ao canal na rua Vale do cariri na localidade de UR-5, que sofre alagamentos.



Fonte: Autora (2024).

Devido ao grau de risco apresentado pelo bairro da COHAB através da grande quantidade de morros, com o trabalho de campo, houve a possibilidade da verificação da grande falta de infraestrutura para prevenção de deslizamentos. Zonas onde não apresentam geomantas como meio de proteção impermeabilizadora, apresentam alguns morros com lonas para preservar as moradias de partes do solo que possam desprender das encostas, representando pontos de lonamento no bairro.



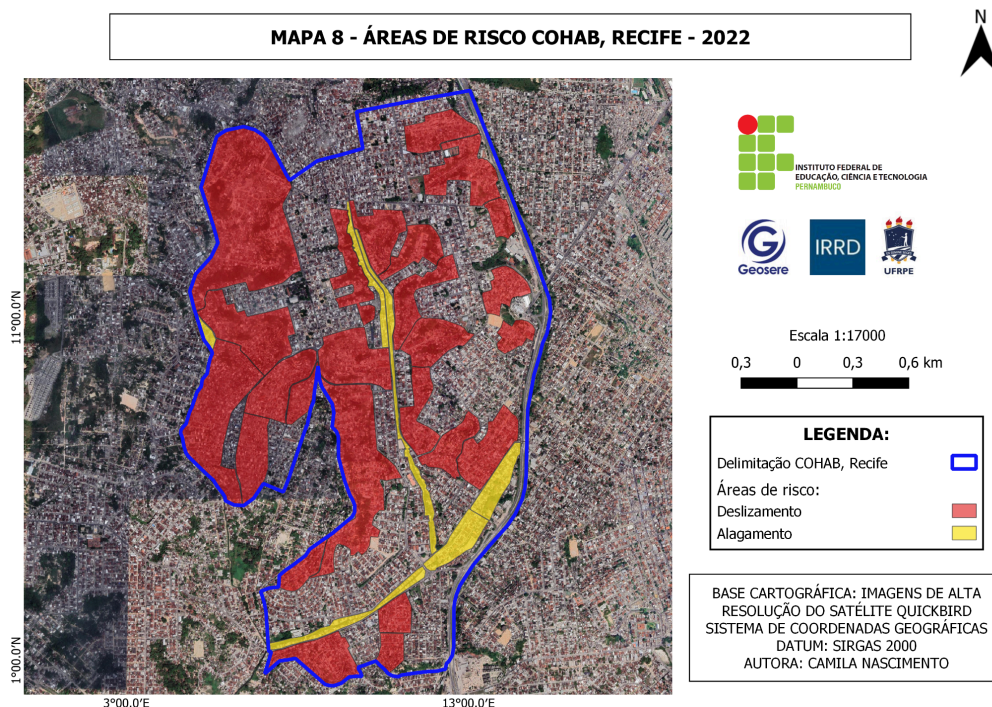
Figura 39 - Morro com presença de lonas na localidade da UR-4.



Fonte: Autora (2024).

Como fator de análise para identificação de áreas com risco na COHAB, o risco ambiental é grau escolhido para o estudo, em que áreas que possuem média a alta declividade, com solo exposto e moradias sobre e próxima de encostas fazem parte do fator ambiental de análise. Toda as localidades estudadas apresentam alta taxa populacional distribuída de forma desorganizada, gerando distúrbios na região, através do lançamento de esgoto diretamente nos morros e em córregos, deposição de lixos e entulhos e até aterros clandestinos devido a falta de captação de lixo em certos trechos do bairro.

Figura 40 - Áreas de risco analisadas no bairro da COHAB em 2022.



Fonte: Autora (2024).

O deslizamento de barreira é um tipo de movimento de massa no qual uma quantidade significativa de solo, rocha ou detritos desliza de uma superfície inclinada, como encostas ou colinas. Esse processo geralmente ocorre devido a uma combinação de fatores geológicos, hidrogeológicos e climáticos. A prolongada e intensa precipitação, recorrente na região, satura o solo, facilitando a infiltração da água e enfraquecendo a coesão das partículas de terra. Sendo assim, terrenos íngremes são mais suscetíveis a deslizamentos nos casos de enfraquecimento das partículas de solo.

Tabela 5 - Percentual das áreas de risco analisadas no bairro da COHAB em 2022.

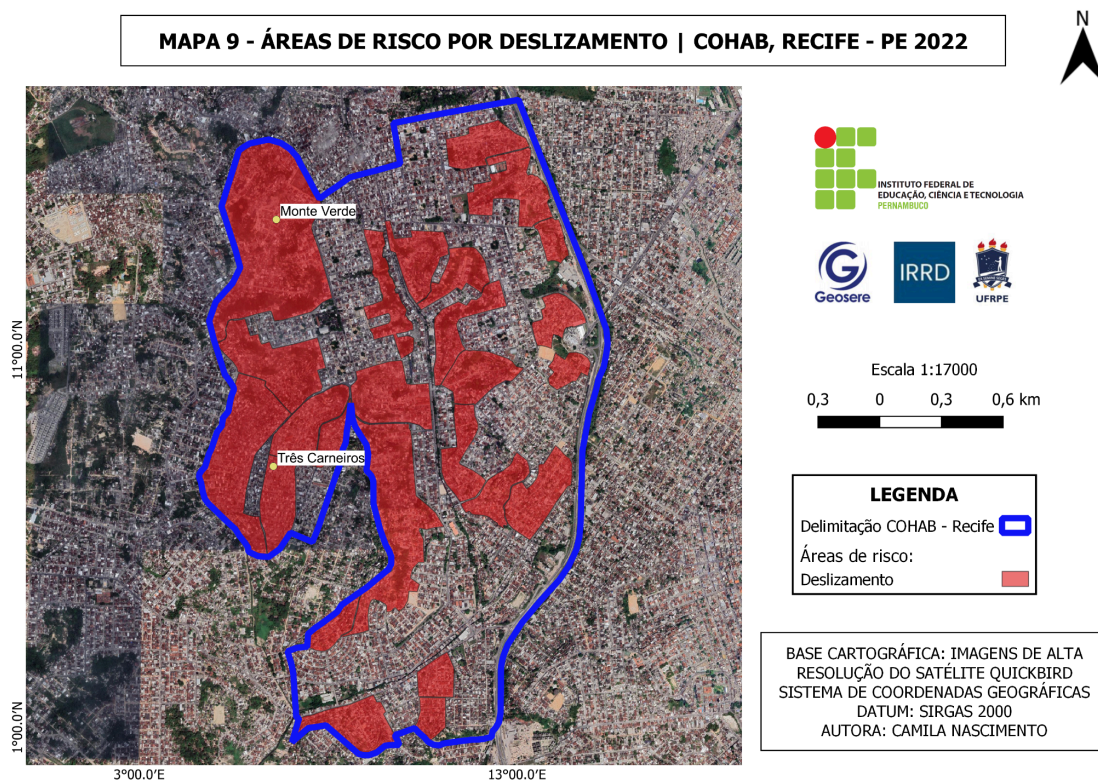
ÁREAS DE RISCO	PERCENTUAL
ALAGAMENTO	4%
DESLIZAMENTO	42%
ÁREA DE RISCO TOTAL	51%

Fonte: Autora (2024).



A COHAB possui uma elevada quantidade de morros e encostas que atualmente estão sujeitas a deslizamentos devido à exposição do solo aos impactos das chuvas. As principais áreas destacadas no mapa a seguir são regiões com presença de morros sem muro de arrimo ou outro tipo de estrutura protetora definitiva, onde há habitações em elevado número. Essas regiões possuem um histórico de deslizamentos que data ao início do estabelecimento da primeira onda de assentamentos irregulares em superfícies impróprias para habitação na região. As localidades de Monte Verde e Três Carneiros são as que possuem, em sua maior parte, morros com características de vulnerabilidade social a deslizamentos.

Figura 41 - Áreas de risco por deslizamentos no bairro da COHAB, Recife.

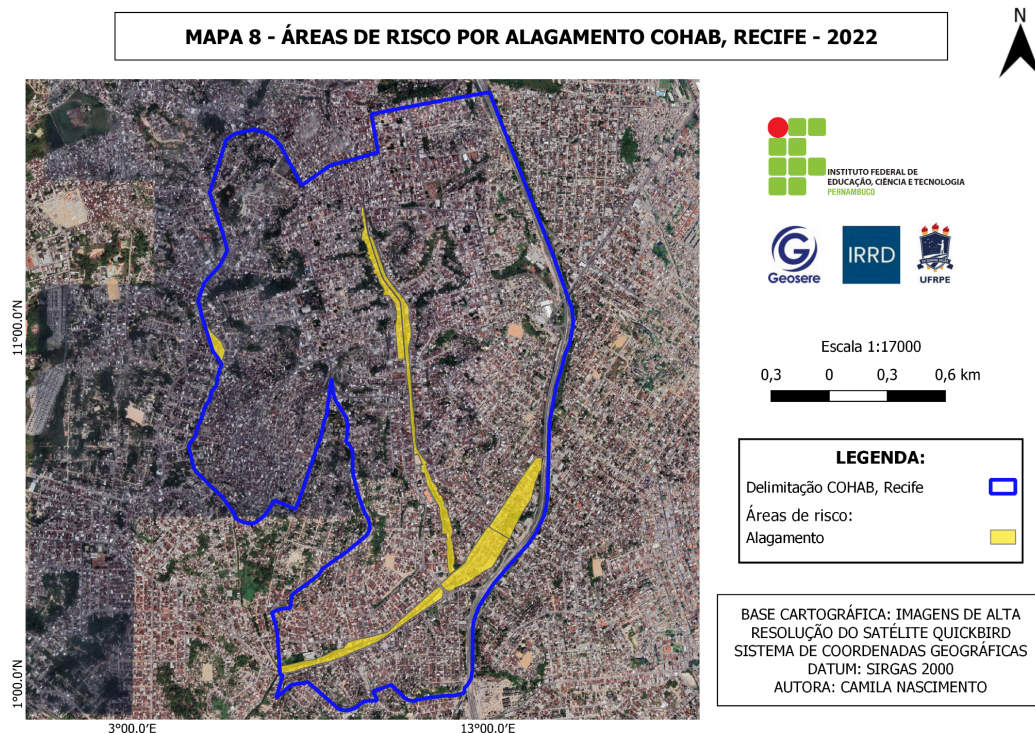


Fonte: Autora (2024).

Os alagamentos são o processo de risco que tem causado perdas e danos devido a retirada de vegetação e deposição de lixo nas drenagens e canais, causando seu barramento e estimulando inundações. Na imagem abaixo, em amarelo estão destacados os canais e as regiões ao redor como zonas de alagamento em consequência da área ser rodeada por morros e possuir canais. A COHAB possui dois canais com possibilidade de enchentes em duas localidades,

em Monte Verde e Lagoa Encantada. Ambos canais são cercados por moradias em suas margens, que com coberturas em asfalto e concreto, elevam o nível de escoamento pluvial, potencializando a frequência das enchentes.

Figura 42 - Áreas de risco por alagamentos no bairro da COHAB, Recife.



Fonte: Autora (2024).

Figura 43 - Alagamento na Rua Dr. Benigno Jordão de Vasconcelos em Lagoa Encantada



Fonte: Moradores (2024)

A APAC (Agência Pernambucana de Águas e Clima) emite alertas sobre possíveis riscos de alagamentos por todo o estado de Pernambuco. Em situações como a da figura acima, a APAC emite um alerta amarelo para chuvas de 20 e 30 mm/h ou até 50 mm/dia. Levando em consideração que chuvas intensas irão se tornar mais frequentes com o avanço das mudanças climáticas, alagamentos por consequência serão mais frequentes sem um sistema de drenagem que acomode os novos níveis de temporais.

## **5.4 Estratégias de adaptação e mitigação da mudança do clima para o bairro COHAB, Recife-PE**

Projeções climáticas sobre o futuro após o aumento da temperatura global mostram que o nordeste brasileiro passará por um novo padrão de baixa precipitação anual com constante falta d'água (Grimm, 2016). Cidades costeiras são as que mais sofrem com danos em eventos climáticos, 45,7% da extensão costeira de Recife está sob zona de alta vulnerabilidade, o que significa que a região será rapidamente atingida com a mudança do nível do mar (Ximenes; Maglio, 2022). O projeto realizado em Santos, no Estado de São Paulo, desenvolveu um mapeamento de áreas de risco onde localizaram edificações em risco por encosta, havendo um movimento de conscientização da população residente sobre os perigos da moradia em morros e intenso treinamento da defesa civil para desocupação dos morros em caso de chuvas fortes. Como resultado, o registro de mortes por escorregamento de encostas em Santos caiu para zero (Ribeiro, 2008).

A COHAB apresenta um histórico de desmatamento, ocupação desordenada e rápida urbanização de sua área ainda recentes em uma região da cidade de mata fragmentada com pouco remanescentes de Mata Atlântica ainda presentes. Dado o risco climático em que a cidade de Recife está inserida, é importante notar que esforços para adaptar e mitigar impactos sejam postos em prática em toda sua superfície, levando a maiores chances de sobrevivência futura de sua estrutura física e valor como área residencial.

De acordo com o IPCC (2014), “Adaptação e mitigação são estratégias complementares para reduzir e gerenciar os riscos das mudanças climáticas”. A seguir, estão listados estratégias de adaptação e mitigação para o bairro da COHAB em virtude da vulnerabilidade apresentada.

### **5.4.1 Estratégias de mitigação da mudança do clima**

De acordo com pesquisas do IPCC (2015), Recife aparece em décimo sexto em uma lista de cidades mais vulneráveis do globo, devido ao modelo excludente ao planejamento urbano. Desde já, a metrópole necessita se preparar em mitigar os impactos para que já assolam a cidade. Mitigar, neste caso, significa repensar como as causas para os impactos podem ser alterados por outras práticas alternativas e



limpas. Por este motivo, a seguir são recomendadas medidas mitigadoras de impactos ambientais para o bairro da COHAB.

#### 5.4.1.1 Ampliação da arborização urbana

Recife apresenta em dados do IBGE (2010) uma porcentagem de arborização em vias públicas de 60,1%. No documento sobre a Estratégia de Adaptação Climática de Recife, confere-se um projeto de plantio de 56.624 árvores na cidade no período entre 2013 e 2019, ampliando a cobertura vegetal em 40%. Isto garantiu a permeabilização do terreno urbano, a purificação do ar, o aumento da cobertura de sombreamento e a retenção de água, reduzindo o efeito das ilhas de calor (Recife, 2019). Tendo em vista que até o ano de 2019 ocorreu um projeto de ampliação da arborização em Recife, criar um corredor de área verde, especificamente no canal inserido na avenida Dr. Benigno Jordão de Vasconcelos, que é um grande ponto de alagamentos da COHAB, é aconselhável.

Recife já possui um plano de arborização urbana instituído pela Lei Municipal n.º 16.680, de 06 de agosto de 2001, que engloba metas para reverter o quadro de deficiência de arborização e elevar a cobertura vegetal arbórea da cidade ao priorizar regiões escassas em cobertura vegetal. Porém, o plano focou predominantemente na arborização de vias públicas em áreas centrais. Não obstante, o plano de arborização urbana do Recife não possui dados atualizados sobre a cobertura vegetal da cidade e seus avanços durante os anos pós publicação. Pôr em práticas as diretrizes do plano de arborização urbana do Recife em áreas residenciais, onde boa parte da população habita, em bairros onde os níveis de impermeabilização já são altos como a COHAB, é recomendável. Essa medida vem como fomento para a readequação de espaços urbanos de lazer já existentes como as praças, ruas e avenidas inseridas na região.

Como técnicas de arborização, a implantação de calçadas verdes ou ecológicas com o objetivo de reduzir a impermeabilização dos espaços públicos ao utilizar materiais permeáveis como faixa de gramado, e a promoção de plantio de árvores em espaços particulares, como jardins e quintais, são alternativas que auxiliam na requalificação urbana, tornando esses espaços sustentáveis. O

monitoramento para arborização urbana após o estabelecimento das técnicas de arborização no bairro é fundamental para que futuramente haja um banco de dados sobre a real situação da arborização do bairro e assim facilite a manutenção dos espaços urbanos.

#### 5.4.1.2 Implantação de corredores ecológicos urbanos

Corredores ecológicos são corredores de vegetação e espaços naturais que conectam áreas verdes existentes, como parques, praças e remanescentes de vegetação, com o objetivo de melhorar a resiliência urbana e reduzir os impactos negativos das mudanças climáticas. Sugere-se a implantação de corredores verdes em locais de vulnerabilidade e fácil exposição a eventos meteorológicos, como ação climática focada na arborização urbana.

A partir de um estudo de temperatura, faz-se a detecção de locais com maior temperatura em sua superfície e um diagnóstico de ruas e trechos que possuem déficit em arborização através de indicadores de números de áreas arborizadas e número de árvores por habitante. Como foi mencionado no tópico anterior, a presença de áreas verdes em regiões urbanas é necessária para proteção do solo e redução de GEE, tendo em vista os altos índices de áreas impermeabilizadas no bairro.

A impermeabilização excessiva do solo em áreas urbanas aumenta o risco de inundações devido à falta de absorção de água. A presença de moradias desordenadamente espalhadas por regiões impróprias para convívio, devido ao atual desarranjo espacial, torna a coexistência de enchentes em meio a uma comunidade com poucos recursos para manutenções, algo regular para os habitantes da COHAB. Recife já possui a Lei de Telhados Verdes e Reservatórios de Retenção, Lei Municipal nº 18.112/2015, que podem vir a contribuir para a atenuação da carga pluvial depositada nas redes de drenagem do bairro e na amenização das altas temperaturas. O efetivo cumprimento das legislações ambientais que têm interesse em adaptar e preparar cidades para as mudanças é essencial para o fortalecimento da capacidade em lidar com os impactos e em diminuir sua sensibilidade.

A introdução de corredores ecológicos com vegetação adequada e características de retenção de água, pode ajudar a reduzir o escoamento de águas pluviais, minimizando os impactos das inundações. Além disso, a vegetação nos corredores ecológicos atua como sumidouros de carbono, absorvendo o dióxido de carbono atmosférico e emitindo oxigênio. Isso contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e melhora a qualidade do ar local.

As áreas urbanas impermeabilizadas tendem a ter temperaturas mais elevadas devido ao chamado "efeito de ilha de calor urbano". A vegetação fornece sombra e resfriamento natural, ajudando a mitigar esse efeito e tornando o ambiente mais confortável para os residentes. Além dos benefícios ambientais, os corredores ecológicos oferecem oportunidades para o lazer, recreação e atividades ao ar livre para a comunidade local. Isso pode contribuir para a saúde física e mental dos moradores do bairro.

Um exemplo recente de corredor verde na cidade do Recife, em 2022 a Prefeitura do Recife junto com a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SMAS) e a Emlurb executou um projeto de arborização com mudas adultas ao longo da Avenida Agamenon Magalhães, em sua requalificação. Com o nome de Via Jardim, houve o plantio de 150 árvores como pau-brasil, pau-ferro e ipê-amarelo. O projeto previu a plantação de 1.200 árvores até 2023 (Prefeitura do Recife, 2022).

Figura 44 - Implantação de corredor verde na Av. Agamenon Magalhães, Recife.



Fonte: Prefeitura do Recife (2022).

#### **5.4.2 Estratégias de adaptação da mudança do clima**

A ocupação de terrenos íngremes, como encostas de morros, comuns no bairro da COHAB, é o principal problema a ser enfrentado ao citar as problemáticas sociais inseridas na região. Habitações intercaladas em desalinho por sobre morros e encostas aumentam o peso sobre o solo, o que pode eventualmente afetar seu equilíbrio e acarretar em deslizamentos. Após a ocupação desordenada posta em meados do século 20, a retirada de moradias distribuídas espacialmente em terreno colinoso não é o mais recomendado, posto que todo o território do bairro apresenta declives e A realocação de uma população de 67.283 habitantes se torna impraticável. A seguir são recomendadas medidas adaptativas de impactos ambientais para o bairro da COHAB.

##### **5.4.2.1 Implantação de geomantas e/ou muros de arrimo**

A aplicação de geomantas para reduzir os impactos dos deslizamentos em regiões de encosta e morros no bairro se faz urgente em virtude da frequência com que as movimentações da terra acometem a população. A carência de uma infraestrutura urbana na COHAB que atenda aos requisitos mínimos de habitação, como uma moradia livre do perigo de desabamentos é inegável. Somente nos últimos 10 anos, a ocorrência de vítimas por deslizamentos na COHAB é uma questão contínua, que muitas vezes leva à morte em decorrência do desordenamento social vigente.

A implantação de geomantas em morros e encostas próximas de habitações é uma estratégia eficaz de adaptação às mudanças climáticas em áreas urbanas vulneráveis. Essa abordagem combina engenharia geotécnica com princípios de conservação do meio ambiente para mitigar os impactos das chuvas intensas, erosão do solo e deslizamentos de terra, que são consequências cada vez mais comuns das mudanças climáticas.



É fundamental identificar as áreas mais vulneráveis em uma cidade. Isso pode ser feito por meio de estudos de mapeamento de risco de deslizamento de terra e erosão, considerando as características geográficas, geológicas e climáticas da região. Com base nas informações coletadas, as autoridades municipais e os especialistas podem desenvolver planos de adaptação que incluam a implantação de geomantas como uma medida preventiva. Isso deve ser parte de um plano maior de gestão de riscos de desastres naturais. Após a implantação das geomantas, é crucial implementar um sistema de monitoramento contínuo para avaliar a eficácia da estratégia. Além disso, a manutenção regular das geomantas e da vegetação adjacente é essencial para garantir que a proteção seja sustentável ao longo do tempo.

No entanto, é importante destacar que as geomantas não são uma solução única para todos os problemas relacionados às mudanças climáticas. Elas devem ser integradas a estratégias mais abrangentes de adaptação e mitigação, como o ordenamento urbano adequado, a gestão de águas pluviais e a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Figura 45 - Geomanta em morro na localidade da UR-1.



Fonte: Autora (2024).

Para a implantação de muros de arrimo em morros e encostas próximas de habitações, é uma abordagem que combina engenharia civil com planejamento urbano e ambiental para mitigar os riscos de deslizamentos de terra e erosões, eventos cada vez mais comuns devido às mudanças climáticas. Com base nas avaliações de risco, o desenvolvimento do projeto deve ser adaptado às condições locais, levando em consideração o tipo de solo, a inclinação do terreno e as condições climáticas.

Também após a sua construção, um sistema de monitoramento contínuo deve ser implementado para verificar a estabilidade do muro de arrimo ao longo do tempo. A manutenção regular também é crucial para garantir que o muro permaneça eficaz ao longo dos anos.

Além de reduzir os riscos de deslizamentos de terra e erosões, os muros de arrimo podem criar espaços públicos, proporcionar áreas de lazer e melhorar o ambiente urbano. Eles também podem proteger as redes de infraestrutura, como estradas e tubulações de água. A construção de muros de arrimo já são uma realidade dentro do bairro, porém, ainda estão sendo inseridos de forma lenta e gradual pela prefeitura da cidade, havendo ainda diversos pontos repleto de residências e com solo exposto aos impactos das chuvas.

Figura 46 - Muro de arrimo em construção na localidade de Monte Verde.



Fonte: Autora (2024).



#### 5.4.2.2 Plantação de mudas em morros e encostas

A implantação de mudas de espécies da Mata Atlântica em morros e encostas próximas de habitações, com a participação ativa da comunidade, é uma estratégia exemplar de adaptação às mudanças climáticas em áreas urbanas vulneráveis. A combinação entre conservação ambiental, restauração de ecossistemas e engajamento comunitário para enfrentar diversos desafios climáticos pode proporcionar uma série de benefícios.

Morros e encostas estão expostas ao clima úmido do inverno recifense, dada a extensa retirada de vegetação. A cobertura vegetal possui um sistema radicular que absorve parte da água que infiltra no solo, contribuindo para que ele não fique saturado. A plantação de mudas de médio porte e que absorvem considerável quantidade de água em encostas é uma alternativa para locais onde não há geomantas ou muros de arrimo e um claro propósito do governo em construí-las.

Figura 47 - Morro sem a presença de cobertura vegetal e com possibilidade de deslizamentos na localidade de Três Carneiros.



Fonte: Autora (2024).

O primeiro passo é identificar as áreas em morros e encostas que são adequadas para a restauração ecológica. Isso envolve a avaliação de fatores como

a degradação do solo, a presença de espécies invasoras e a proximidade das habitações. É fundamental escolher espécies de plantas nativas da Mata Atlântica que sejam apropriadas para o local e que contribuam para a biodiversidade local. Essas espécies têm a capacidade de estabilizar o solo e melhorar a infiltração de água.

Envolver a comunidade local é essencial. Isso pode ser feito por meio de campanhas de conscientização, workshops de plantio, envolvimento de escolas e organizações comunitárias, e incentivando os moradores a participarem ativamente do processo.

Antes do plantio, é necessário preparar o solo adequadamente, removendo espécies invasoras como a bananeira, corrigir erosões e melhorar a fertilidade, se necessário. O plantio das mudas deve ser feito de acordo com as melhores práticas de restauração ecológica. A manutenção regular, incluindo irrigação, controle de invasoras e monitoramento do crescimento das mudas, é crucial nos primeiros anos.

As espécies plantadas não apenas estabilizam o solo, mas também contribuem para a resiliência climática, absorvendo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera, reduzindo a erosão e regulando o ciclo da água. Além de mitigar os riscos associados às mudanças climáticas, a restauração de encostas com espécies nativas da Mata Atlântica traz benefícios como a melhoria da qualidade do ar, a redução da temperatura urbana, a promoção do bem-estar da comunidade e o fomento do turismo ecológico.

#### 5.4.2.3 Melhoria no sistema de drenagem

Dado a alta probabilidade de enchentes que ocorrem no bairro devido às declividades distribuídas por todo o terreno e solo exposto e ou coberto por construções impermeáveis, um sistema de drenagem preparado para a grande dimensão de fluidos se faz indispensável. A presença de canais em áreas baixas rodeadas por morros com solo exposto potencializa a frequência que os alagamentos ocorrem no cotidiano dos moradores. A melhoria do sistema de drenagem não apenas ajuda a minimizar inundações e alagamentos, mas também contribui para a resiliência das comunidades e a promoção do bem-estar urbano.

O primeiro passo é realizar uma avaliação abrangente das áreas mais vulneráveis do bairro em relação a inundações e alagamentos. Isso inclui a análise das condições atuais de drenagem, identificando pontos críticos e áreas propensas a inundações. Com base em uma avaliação de riscos, o desenvolvimento de um novo sistema com a concepção de infraestruturas de drenagem que sejam adaptadas às mudanças climáticas e à topografia local será capaz de atenuar a vulnerabilidade a alagamentos.

A modernização do sistema de drenagem pode incluir a expansão de canais de escoamento, a construção de bacias de retenção de água, a instalação de sistemas de captação de água de chuva e a manutenção de redes de esgoto. O objetivo é aumentar a capacidade de drenagem e minimizar os impactos das chuvas intensas. Além de melhorias convencionais, aliado à incorporação de soluções de "tecnologia verde" também é crucial. Isso inclui a criação de áreas verdes, parques de infiltração e jardins de chuva, que ajudam a absorver e filtrar a água da chuva, reduzindo o escoamento superficial.

Educar a comunidade sobre a importância da gestão sustentável da água e como cada indivíduo pode contribuir para a redução de inundações, como evitando o descarte de resíduos em bueiros e adotando práticas de conservação da água, se faz indispensável. Unindo a isto, o estabelecimento de um sistema de monitoramento contínuo com a ajuda dos moradores e manutenção para garantir que as infraestruturas de drenagem funcionem eficazmente ao longo do tempo é essencial para o efetivo bem estar da comunidade. A estratégia não apenas reduz os riscos climáticos, mas também melhora a qualidade de vida no bairro, criando espaços públicos agradáveis e promovendo a biodiversidade urbana.

#### 5.4.2.4 Realocação de moradias

Moradias inseridas em encostas totalmente ou parcialmente expostas aos efeitos do clima, são as mais vulneráveis aos deslizamentos de terra, comuns na região. A desocupação dessas moradias, apesar de recomendável, não será feita sem resistência, além de serem caras e levarem tempo. Medidas paliativas como um treinamento de evacuação da população em caso de fortes chuvas na região podem

salvar vidas. Porém, a retirada de população de áreas de risco é a principal recomendação desta pesquisa. Neste caso, o governo tem como dever a destinação de recursos para a construção de moradias populares, transferindo diversas famílias para um mesmo conjunto de moradias populares, tendo como possibilidade a realocação da população, ao incluir os vínculos sociais, culturais e de trabalho já formados na comunidade.

O problema da falta de renda traz para frente a vulnerabilidade social do bairro. Grande parte da população que vive em habitações sobre encostas não possui renda de, no mínimo, um salário mínimo ou carteira assinada, impedindo com que essas famílias possam encontrar residência em moradias seguras e próprias para seu usufruto. É necessário que o município crie incentivos para que essas famílias não voltem a viver em moradias impróprias para habitação, como a criação de postos de trabalho para aqueles que não possuem renda fixa e/ou vivem dos chamados “bicos”, os empregos informais.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta pesquisa demonstrou a vulnerabilidade significativa das habitações em morros e encostas no bairro da COHAB, devido às mudanças climáticas. A crescente frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como chuvas intensas e ondas de calor, representam ameaças substanciais para a comunidade local. A ausência de análises profundas de risco e a insuficiência de recursos organizacionais impulsionam as vulnerabilidades locais existentes no bairro COHAB. Quase sempre, tais problemas se intensificam com o passar dos anos, na espera de ações multi-institucionais para adaptação e mitigação dos impactos.

A baixa arborização urbana no bairro é uma problemática a ser citada. Dos projetos e planos existentes na cidade do Recife, poucos foram encontrados e os existentes mostram práticas ainda em processo inicial. Dados atualizados sobre aumento de áreas verdes e melhorias na qualidade do ar vindos de programas de arborização não são encontrados de forma transparente. Da mesma forma, programas de perspectivas verdes, que foquem em áreas residenciais, são inexistentes.

Assim, é necessário a aplicação de mecanismos e estratégias que possam eliminar ou amenizar tais vulnerabilidades. Junto a isto, a sensibilização da população quanto à gravidade dos riscos apresentados se faz imprescindível. É imperativo que as autoridades municipais, bem como a comunidade local, compreendam a urgência de tomar medidas concretas para proteger as vidas e os meios de subsistência dos residentes do bairro. A inação pode resultar em perdas irreparáveis.

A participação ativa da comunidade é essencial para o sucesso das estratégias de adaptação e mitigação. Os residentes devem ser envolvidos no planejamento, implementação e monitoramento das medidas, garantindo que suas necessidades e preocupações sejam consideradas.

Em conclusão, a pesquisa ressalta a importância de agir de forma proativa para proteger as comunidades vulneráveis às mudanças climáticas em áreas de morros e encostas. A colaboração entre governos, organizações da sociedade civil e residentes é essencial para enfrentar esse desafio global.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO. Plano metropolitano de política de defesa social e prevenção à violência na região metropolitana do Recife. **CONDEPE/FIDEM**, Pernambuco, nov. 2007. CD-ROM

ALVES, P.; COUTINHO, K.; OLIVEIRA, V.; SAMPAIO, M. Sobe para 91 número de mortos devido às chuvas no Grande Recife; total de desabrigados chega a 5 mil, **G1**, Recife, 30 de maio de 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2022/05/30/buscas-por-desaparecidos-por-cao-da-chuvas-chegam-a-mais-um-dia-no-grande-recife.ghtml>> acesso em: 20 out 2022

ARAGÓN-DURAND, Fernando et al. Special Report on Global warming of 1.5° C (**SR15**)-Chapter 1: Framing and Context. 2018.

ARTAXO, Paulo. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 34, p. 53-66, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/TRsRMLDdzzRsZ85QNYFQBHs/?format=html#>> acesso em: 09 jul. 2023

AZUAGA, D. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

BARROSO, L. R. Revolução Tecnológica, Crise da Democracia e Mudança Climática: Limites do Direito Num Mundo em Transformação. **Revista Estudos Institucionais**, v. 5, n. 3, p. 1262-1313, set./dez. 2019

BRASIL, Resolução CONAMA no 001, de 23 de janeiro de 1986. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>> Acesso em: 20 jul 2023

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Atlas Brasileiro, Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>> acesso em: 22 out de 2022

CÂMARA, G. e DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C. e MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2003. p.1-5.

CARLOS NETO, D.; DENDASCK, C.; OLIVEIRA, E. **A evolução histórica da Saúde Pública** – Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Vol. 01, Ano 01, Ed. 01, pp: 52-67, Março de 2016. ISSN:2448-0959, Link de Acesso: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/a-evolucao-historica-da-saude-publica>>



CASTELFRANCHI, Y. Vento de furacão esquento debate sobre mudança climática. **Ciência e Cultura**, v. 58, n. 3, p. 16-17, 2006. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252006000300009](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252006000300009)> Acesso em: 30 jul. 2023

CASTRO, A. L. C. **Glossário de Defesa Civil**: Estudos de riscos e medicina de desastres. 5ª ed. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2004.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Poluentes. São Paulo: CETESB, 2018.

CHAVES, P. J. S. **Mercado de carbono: uma nova realidade**. Rio Grande do Sul: UNIJUÍ - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2016.

CHRISTOFOLETTI, Antonio et al. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**, v. 2, p. 415-440, 2001.

CLIMATOLOGIA em Recife - BR, **ClimaTempo**, São Paulo, 2024. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/259/recife-pe>>

CMMAD. **Nosso Futuro Comum**. New York: ONU, 1987.

COLESANTI, M. T. M.; FARNESI, C.; NEHME, V. G. F.; BACELAR, W. K. A. **Agenda 21 e Desenvolvimento Sustentável**. Uberlândia, 2007, 61p.

CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P. Mudança Climática Global e Saúde: Perspectivas para o Brasil. **Revista Multiciência**, Campinas, Edição Nº. 8, Mudanças Climáticas, Maio 2007

CONTI, J. B.; Mudanças Climáticas Globais: Aquecimento ou Resfriamento?. Separata de: **Clima e Meio Ambiente**, São Paulo, v.1, 76-81, 1998.

CYSNEIROS, Fernanda. Chuva: Apac emite alerta de chuva para o Grande Recife e Zona da Mata. **TV Jornal**, 2024. Disponível em: <<https://tvjornal.com.br/noticias/2024/04/28/chuva-apac-emite-alerta-de-chuva-para-o-grande-recife.html>> Acesso em: 28 abr 2024

DECLARAÇÃO de Alma-Ata. **Conferência Internacional sobre cuidados primários de saúde**; 6-12 de setembro 1978; Alma-Ata; USSR.

DE MARCO, C. M.; MEZZAROBBA, M. O Direito Humano ao Desenvolvimento Sustentável: Contornos Históricos e Conceituais. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v.14, n.29, p.323-349, Mai./Ago. de 2017

DUARTE, D. H.; DI GIULIO, G.; DA ROCHA, H. R. Oportunidades e desafios da urbanização para adaptação climática na megacidade de São Paulo, Brasil. **XV ENCAC/XI ELACAC**, 2019.

DULLIUS, A.; DA SILVA, M. C. Uso da ferramenta de adaptação baseada em ecossistemas para mudanças climáticas: revisão da literatura. Anais do V SINGEP, São Paulo, SP, Brasil. 20, 21 e 22/11/2016 Disponível em: <<https://singep.org.br/5singep/resultado/698.pdf>> Acesso em: 16 jul. 2023

DRUMM, F. C.; GERHARDT, A. E.; FERNANDES, G. D.; CHAGAS, P.; SUCOLOTTI, M. S.; KEMERICH, P. D. C. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis fósseis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Digital - REGET**, 2014, e-ISSN 2236 1170 - V. 18 n. 1 Abr 2014, p. 66-78. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/314885518\\_POLUICAO\\_ATMOSFERICA\\_PROVENIENTE\\_DA\\_QUEIMA\\_DE\\_COMBUSTIVEIS\\_DERIVADOS\\_DO\\_PETROL\\_EO\\_EM\\_VEICULOS\\_AUTOMOTORES](https://www.researchgate.net/publication/314885518_POLUICAO_ATMOSFERICA_PROVENIENTE_DA_QUEIMA_DE_COMBUSTIVEIS_DERIVADOS_DO_PETROL_EO_EM_VEICULOS_AUTOMOTORES)> acesso em: 24 set. 2022.

ENTENDA o que foi aprovado na Conferência do Clima de Durban, **G1**, São Paulo, 12 de Dez. de 2011. Disponível em: <<http://glo.bo/uo2Hcd>>

EULER, A. M. C. O acordo de Paris e o futuro do REDD+ no Brasil. **Cadernos Adenauer** XVII (2016) nº2.

FERREIRA, F. C.; MOURA, A. C. M.; QUEIROZ, G. C. Geoprocessamento no Planejamento Urbano. **Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG Brasil**, 2010. Disponível em: <[https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/geo\\_geoprocessamento\\_no\\_planejamento\\_urbano.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/geo_geoprocessamento_no_planejamento_urbano.pdf)> Acesso em: 15 jul. 2023

FLEURY, L. C.; MIGUEL, J. C. H.; TADDEI, R. Mudanças climáticas, ciência e sociedade. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 21, n. 51, maio-ago 2019, p. 18-42.

FREITAS, C. M.; MIRANDA, E. S.; OSORIO-DE-CASTRO, C. G. S.. A redução dos riscos de desastres naturais como desafio para a saúde coletiva. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 3628-3628, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.org/pdf/csc/2014.v19n9/3628-3628/pt>> Acesso em: 30 jul. 2023

FREITAS, C. V. M.; SILVA, M. L. P. Mudanças do Clima: Análise das Conferências que trataram do Mercado de Carbono e seus principais resultados. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.10, p.75332-75342, oct.2020.ISSN 2525-8761

FREITAS, S. R.; LONGO, K. M.; SILVA DIAS, M. A. F.; SILVA DIAS, P. L. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. **Estudos Avançados**. 2005 v. 19, n. 53, p. 167-185. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/ZfsSpwwxFSnvnwFGWPbswTP/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 25 jul, 2023

FUNDO Verde do Clima começa a funcionar em 2015. Deutsche Welle Brasil, Bonn, 20 de Nov. de 2014. Disponível em: <<https://p.dw.com/p/1DqYs>> Acesso em:

GALATI, E. A. B.; CAMARA, T. N. L.; NATAL, D.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Mudanças climáticas e saúde urbana. **Revista USP**, n. 107, p. 79-90, 2015. Disponível: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/115116/112820>> Acesso em: 10 jul. 2023

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Consideração sobre as inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005. Disponível em: <[https://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005\\_inundacoes.pdf](https://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005_inundacoes.pdf)>. acesso em: 26 out de 2022

GONÇALVES, D. B. Desenvolvimento Sustentável: O Desafio da Presente Geração. **Revista Espaço Acadêmico**, ano V, n.51, ago., 2005

GREGOIRE, C. Por que alguns conservadores não podem aceitar que a mudança climática é real. HuffPost Brasil, 2015. 04 dez. 2015. Disponível em: [https://www.huffpostbrasil.com/entry/climate-change-denial-psychology\\_n\\_56438664e4b045bf3ded5ca5?ri18n=true](https://www.huffpostbrasil.com/entry/climate-change-denial-psychology_n_56438664e4b045bf3ded5ca5?ri18n=true). Acesso em: 15 nov. 2020

GRIMM, I. J. **Mudanças Climáticas e Turismo: Estratégias de Adaptação e Mitigação**. 2016. Tese. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento - Universidade Federal do Paraná).

HAMADA, E.; GONÇALVES, R. R. V. **Introdução ao Geoprocessamento: princípios básicos e aplicação**. EMBRAPA Meio Ambiente, 2007. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/15428862.pdf>> Acesso em: 11 jul. 2023

IBRAHIM, F. I. D. **Introdução ao geoprocessamento ambiental**. Saraiva Educação SA, 2014.

IBGE, **Panorama do Município de Recife**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/panorama>> Acesso em: 08 out. 2022

IPCC. **Synthesis Report of the Fourth Assessment Report: Summary for Policymakers** (Relatório de Síntese do Quarto Relatório de Avaliação: Resumo para Tomadores de Decisão). Genebra: IPCC, 2007.

IPCC. **Climate Change 2014: Impacts, Vulnerability, and Adaptation** (Quinto Relatório do Grupo de Trabalho II: Impactos, adaptação e vulnerabilidade). Tradução Iniciativa Verde. São Paulo: Instituto HSBC Solidariedade, 2015. (Original em inglês, Genebra: IPCC, 2014)

JANCZURA, R. Risco ou Vulnerabilidade Social?. **Textos & Contextos**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 301 - 308, ago./dez. 2012

KADRI, N. M.; SKAF, A. A.; FREITAS, M. B.; SOEIRO, D. R.; ANACHE, B.; BUDI, J.; HOEFLINGER, T. Fundo Amazônia: financiamento climático em prol da conservação e desenvolvimento sustentável da Amazônia. **Comissão Econômica para América Latina e Caribe - Cepal**. 2020. Disponível em:

<<https://archivo.cepal.org/pdfs/bigpushambiental/Caso97-FinanciamentoClimaticoemProlaConservacao.pdf>>

KRAMA, M. R. **Análise dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**, Usando a Ferramenta Painel de Sustentabilidade. 2008. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.

LEAL, O. Vulnerabilidade das águas subterrâneas da região metropolitana do Recife. **Sistema de informações para gestão territorial da região metropolitana do Recife. Projeto SINGRE. Série Recursos hídricos**, v. 2, p. 29, 1994. Disponível em:

<[http://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/8734/1/rel\\_vulnerab\\_aguas\\_sub\\_recife.pdf](http://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/8734/1/rel_vulnerab_aguas_sub_recife.pdf)>

Acesso em: 15 jul 2023

MACHIN, A. B.. **Efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde humana: internações por doenças respiratórias em Cuiabá, MT**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2017.

MARCELINO, E. V. Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos. INPE, Santa Maria, Brasil. **Caderno didático**, v. 1, p. 34, 2008. Disponível em: <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.02.16.22/doc/publicacao.pdf>

MARCHEZI, R. S. M.; AMARAL, S. P. O Protocolo de Quioto e O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL: Conceito e Uso do MDL no Mundo e no Brasil. **eGesta - Revista Eletrônica de Gestão de Negócios**, v. 4, n. 1, jan.-mar./2008, p. 94-123

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação à Mudança do Clima no Semi-Árido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, Nº 27, dez 2008

MARÍN, D. **Calendário espacial 2014**. 2014. Disponível em: <<http://danielmarin.naukas.com/2014/01/02/calendario-espacial-2014/>> Acesso em: 28 out de 2022.

MATTEDI, M. A.; BUTZKE, I. C. A relação entre o social e o natural nas abordagens de Hazards e de Desastres. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, n. 9, p. 2-2, 2001. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/asoc/a/x66QG3tgHBsqYjPvNtTpTQm/?format=pdf&lang=pt>>

Acesso em: 03 nov de 2022.

MATHEUS, R. B. Como funciona e para que serve o sensoriamento remoto? **Parque da ciência**, 2013. Disponível em: <<http://parquedaciencia.blogspot.com/2013/07/como-funciona-e-para-que-serve-o-ht> ml> Acesso em: 27 out de 2022

MENDONÇA, F. Riscos e Vulnerabilidades Socioambientais Urbanos a Contingência Climática. **Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, Ceará, vol. 9, núm. 1, dez, 2010, pp. 153-163

MENEGUIN, Fernando B. O que é o mercado de carbono e como ele opera no Brasil. **Brasil economia e governo**, v. 28, 2012. Disponível em: <<http://www.brasil-economia-governo.org.br/wp-content/uploads/2012/08/o-que-e-o-mercado-de-carbono-e-como-ele-opera-no-brasil.pdf>>

Mudança Climática: Os Fatos. Direção: Serena Davies. Produção: Serena Davies. Apresentador: David Attenborough. Canal Original: BBC One, 2019 (60 minutos).

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processo de imagens de sensoriamento remoto**. UnB, Brasília, 2012. 272p. Disponível em: <<http://memoria.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>> Acesso em: 27 out de 2022.

MONTEIRO, J. B.; PINHEIRO, D. R. C. O desastre natural como fenômeno induzido pela sociedade: abordagens teóricas e metodologias operacionais para a identificação/mitigação de desastres naturais. **Revista de Geografia - PPGeo**, Juiz de Fora, v.2, n.1, p.1-9, 2012.

MONTEIRO, J. B. Desnaturalizando o desastre: as diferentes concepções teóricas que envolvem o conceito de desastre natural. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 21, n. 1, p. 40 - 54. Jun. 2019.

NANDA, V. P. The journey from the millennium development goals to the sustainable development goals. *Denver Journal of International Law and Policy*, v. 44.3, p. 389-412, 2016. Disponível em: <<https://digitalcommons.du.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1043&context=djilp>>

NETO, N. C. A. **Utilização de técnica de sensoriamento remoto na evolução do uso do solo no litoral sul de Pernambuco**, Recife, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/120/Utiliza%20de%20t%20cnicas%20de%20sensoriamento%20remoto%20na%20evolu%20a7%20c%20a3o%20do%20uso%20do%20solo%20no%20litoral%20sul%20de%20Pernambuco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 27 out de 2022.

NICOLODI, J. L.; PETERMANN, R. M. Mudanças Climáticas e a Vulnerabilidade da Zona Costeira do Brasil: Aspectos Ambientais, Sociais e Tecnológicos. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Lisboa, Portugal, vol. 10, núm. 2, 2010, pp. 151-177.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration – USA). Disponível em: <<https://www.noaa.gov/>> Acesso em 28 jul. 2023

NOBRE, C. Mudanças Climáticas e o Brasil - Contextualização. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, Nº 27, dez 2008

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Declaração do Rio sobre o meio ambiente e desenvolvimento, 1992a. Disponível em: <[https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A\\_CONF.151\\_26\\_Vol.I\\_Declaration.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf)>

OLIVEIRA, P. C. **Violência e o medo na configuração socioespacial do bairro do Ibura de Cima (COHAB), Recife - PE**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

Organização das Nações Unidas - ONU. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/13>> Acesso em: 10 jul. 2023

OS desastres naturais que impactaram o mundo recentemente. **CNN Brasil**, São Paulo, 18 julho 2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/os-desastres-naturais-que-impactaram-o-mundo-recentemente/>> acesso em: 25 set. 2022

PERNAMBUCO. Prefeitura do Recife. Recife avança na implantação de ciclovias e corredor verde na Avenida Agamenon Magalhães. Prefeitura do Recife, 17 dec. 2022. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/17/12/2022/recife-avanca-na-implantacao-de-ciclovias-e-corredor-verde-na-avenida-agamenon>. Acesso em: 13 set 2024

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Plano de Aproveitamento dos Recursos Hídricos da Região Metropolitana do Recife, Zona da Mata e Agreste Pernambucano, Tomo I Estudos Hidroclimatológicos Complementares. nov. 2004. Disponível em: <[https://www.apac.pe.gov.br/images/media/1642199099\\_Tomo%20I%20-%20Completo.pdf](https://www.apac.pe.gov.br/images/media/1642199099_Tomo%20I%20-%20Completo.pdf)> Acesso em: 09 jan. 2023

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos S. et al. **Sistema de Informações Geoambientais da região metropolitana do Recife GATE**. CPRM, 2003.

PROJETO piloto Floresta Amazônia. PNUD Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.undp.org/pt/brazil/projects/projeto-piloto-floresta-amaz%C3%B4nia>> Acesso em: 03 jul. 2023

PROPHIRO, J. S. Arboviroses e Mudanças Climáticas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 1-2, 2022. Disponível: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/download/1090/8688>> Acesso em: 07 jul. 2023

RECIFE. Lei nº 18.112, de 12 de janeiro de 2015. Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do "Telhado Verde", e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/lei-ordinaria/2015/1812/18112/lei-ordinaria-n-18112-2015-dispoe-sobre-a-melhoria-da-qualidade-ambiental-das-edificacoes-por-meio-da-obrigatoriedade-de-instalacao-do-telhado-verde-e-construcao-de-reservatorios-de-acumulo-ou-de-retardo-do-escoamento-das-aguas-pluviais-para-a-rede-de-drenagem-e-da-outras-providencias>> Acesso em: 16 jul. 2023

RECIFE. Lei nº 16.293, de 22 de fev. de 1997. Dispõe sobre as regiões político-administrativas do município do Recife e dá outras providências. Disponível em:

<<https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/lei-ordinaria/1997/1630/16293/lei-ordinaria-n-16293-1997-dispoe-sobre-as-regioes-politico-administrativas-do-municipio-do-recife-e-da-outras-providencias>> Acesso em:

RENNER, Rosana Maria. Seqüestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil. **Mestrado em Ciências Florestais do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. Curitiba,** 2004. Disponível em:

<[http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf\\_ms/2004/d387\\_0560-M.pdf](http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2004/d387_0560-M.pdf)> Acesso em: 12 set. 2023

RIBEIRO, W. C. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. **Parcerias estratégicas**, v. 27, p. 297-321, 2008. Disponível em: <[https://cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/ribeiro\\_impactos.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/ribeiro_impactos.pdf)> Acesso em: 14 ago. 2023

RIBEIRO, M. S. M. **Desastres naturais no nordeste do Brasil:** Aspectos meteorológicos, socio sanitários e populacionais, 2021. Tese (Doutorado em Ciências Climáticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

ROCHA, M. T. Aquecimento Global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003. 196 p.

ROMA, J. C. Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. **Ciência e cultura**, v. 71, n. 1, p. 33-39, 2019.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. Introdução ao geoprocessamento. **UFU: Apostila. Uberlândia,** 2013. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7676925/mod\\_resource/content/1/Apostila\\_Geop\\_rosa.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7676925/mod_resource/content/1/Apostila_Geop_rosa.pdf)> Acesso em: 11 jul. 2023

SANTANA, A. M.; ANDRADE, L. C. Poluição atmosférica e mudanças climáticas: suas influências na perda de biodiversidade. **Repositório da Produção Científica e Intelectual**, 2017. Disponível em: <<http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/handle/fieb/1508>> Acesso em: 06 jul. 2023.

SANTER, B.; EMANUEL, K. Cientistas sabem que a mudança climática é uma ameaça. políticos precisam perceber também. **The Washington Post**, Washington, EUA. Disponível em: <<https://www.washingtonpost.com/posteverything/wp/2016/09/20/scientists-know-climate-change-is-a-threat-politicians-need-to-realize-it-too/?noredirect=on&postshare=8131474373189913>> Acesso em: 14 nov. 2020.

SCOTT, Russel Parry (Coord.). **Saúde e pobreza no Recife: poder, gênero e representações de doenças no bairro do Ibura**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 1996.

SOARES, S. P. **A Paisagem como Estratégia de Sensibilização Ambiental em Áreas de Risco da Zona Norte do Recife**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

SOBRAL, A.; FREITAS, C. M.; ANDRADE, E. V.; LYRA, G. F. D.; MASCARENHAS, M. S.; ALENCAR, M. F. R.; CASTRO, R. A. L.; FRANÇA, F. R. Desastres naturais – sistemas de informação e vigilância: uma revisão da literatura, *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, 19(4):389-402, out-dez 2010

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TORRES, L. M.; PINHEIRO, C. D. P. S.; AZEVEDO, S. D.; RODRIGUES, P. R. S.; SANDIM, D. P. R.. Poluição atmosférica em cidades brasileiras: uma breve revisão dos impactos na saúde pública e meio ambiente. *Naturae*, v.2, n.1, p.23-33, 2020.

VALVERDE, M. C. A Interdependência entre Vulnerabilidade Climática e Socioeconômica na Região do ABC Paulista. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. XX, n. 3 p. 39-60, jul.-set. 2017.

XAVIER DA SILVA, J. Geoprocessamento para Análise Ambiental. Rio de Janeiro: sn, 2001. 228 p.

XIMENES, D. S. S.; MAGLIO, I. C. Soluções Baseadas na Natureza e adaptação climática no Brasil: estudo de cidades costeiras vulneráveis. **Revista LABVERDE**, FAUUSP. São Paulo, v. 12, n. 01, e188817, 2022. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/188817/188282>> Acesso em: 15 jul 2023

WMO – World Meteorological Organization. (2009). **Guide to hidrological pratices. Publication** No. 168, 6th edition, WMO, Geneva, pp. 735.

ZAIDAN, Ricardo Tavares. Geoprocessamento conceitos e definições. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 7, n. 2, 2017. Disponível em: <<https://periodicoshomolog.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/18073/9359>> Acesso em: 11 jul. 2023