



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Departamento de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL URBANA: PROPOSTA DE
DIAGNÓSTICO E DE METODOLOGIA PARA A CIDADE DE GARANHUNS - PE**

Samuel Othon de Souza Costa
Orientador: Eduardo Rodrigues Viana de Lima
Coorientador: Daniel Dantas Moreira Gomes

João Pessoa
2023.2

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de doutor.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima.

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Dantas Moreira Gomes.

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C838v Costa, Samuel Othon de Souza.
Vulnerabilidade socioambiental urbana : proposta de diagnóstico e de metodologia para a cidade de Garanhuns-PE / Samuel Othon de Souza Costa. - João Pessoa, 2023.
241 f. : il.

Orientação: Eduardo Rodrigues Viana Lima.
Coorientação: Daniel Dantas Moreira Gomes.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN.

1. Geografia - Planejamento urbana. 2. Vulnerabilidade socioambiental. 3. Garanhuns-PE - Desequilíbrio social. 4. Indicadores socioambientais. I. Lima, Eduardo Rodrigues Viana. II. Gomes, Daniel Dantas Moreira. III. Título.

UFPB/BC CDU 911:711.4 (043)

Elaborado por GRACILENE BARBOSA FIGUEIREDO - CRB-15/794



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Geografia

**ATA DA SESSÃO PÚBLICA DA DEFESA DE TESE
DE DOUTORADO DO ALUNO SAMUEL OTHON DE
SOUZA COSTA, CANDIDATO AO TÍTULO DE
DOUTOR EM GEOGRAFIA, NA ÁREA DE
TERRITÓRIO, TRABALHO E AMBIENTE.**

Aos 29 (vinte e nove) dias do mês de setembro de dois mil e vinte e três, às 16:00 (dezois) horas, pela Plataforma Google Meet, reuniram-se, em caráter de solenidade pública, os membros da comissão designada para avaliar **Samuel Othon de Souza Costa**, candidato ao grau de doutor em Geografia, na área de **Território, Trabalho e Ambiente**. Foram componentes da banca examinadora os professores Eduardo Rodrigues Viana de Lima (orientador) – Doutor em Geografia; Richarde Marques da Silva (examinador interno) – Doutor em Geografia; Daisy Beserra Lucena (examinadora interna) – Doutora em Meteorologia; Andrea Leandro Porto Sales (examinadora externa) – Doutora em Geografia; e Cristiana Coutinho Duarte (examinadora externa) – Doutora em Geografia, sendo o primeiro, o segundo, o terceiro e o quarto integrantes do corpo docente da UFPB, e o quinto do corpo docente da UFPE,. Dando início aos trabalhos, o Presidente da banca, Prof. Eduardo Rodrigues Viana de Lima, após declarar os objetivos da reunião, apresentou o candidato **Samuel Othon de Souza Costa**, a quem concedeu a palavra para que defendesse, oral e sucintamente, sobre o tema apresentado, intitulado: " **VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL URBANA: UMA PROPOSTA DE DIAGNÓSTICO E DE METODOLOGIA PARA A CIDADE DE GARANHUNS - PE** ". Após discorrer sobre o referido tema, o candidato foi arguido pelos examinadores, na forma regimental. Ato contínuo, passou a comissão em caráter secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito **Aprovado**. Face à aprovação, declarou o Presidente achar-se o avaliado legalmente habilitado a receber o Grau de doutor em Geografia, cabendo à Universidade Federal da Paraíba, providências, como de direito, à expedição do Diploma a que o mesmo fez jus. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a Ata, que segue assinada e aprovada pela Comissão Examinadora.

Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima
Orientador

Prof. Dr. Richarde Marques da Silva 
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
RICHARDE MARQUES DA SILVA
Data: 09/10/2023 19:04:28 -0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr^a. Daisy Beserra Lucena 
Examinadora interna

Documento assinado digitalmente
DAISY BESERRA LUCENA
Data: 17/10/2023 15:25:50 -0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

Prof. Dr^a. Andrea Leandro Porto Sales
Examinadora Externa



Documento assinado digitalmente
ANDREA LEANDRA PORTO SALES
Data: 23/10/2023 13:22:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr^a. Cristiana Coutinho Duarte
Examinador externo



Documento assinado digitalmente
CRISTIANA COUTINHO DUARTE
Data: 19/10/2023 20:20:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dedico esse trabalho aos meus pais José Siqueira (*in memoriam*) e Maria das Neves, com todo meu amor e gratidão, por tudo que fizeram por mim ao longo da minha vida. Desejo ser merecedor e capaz de proporcionar orgulho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por cada dia de fortalecimento. A fé me encoraja a cumprir mais uma etapa de minha trajetória estudantil.

Aos meus pais José Siqueira da Costa e Maria das Neves de Souza Costa, meus irmãos Ricardo José e Mariane de Souza pelo apoio e incentivo aos estudos que sempre me dedicaram.

Ao professor orientador Doutor Eduardo Rodrigues Viana de Lima por todos os ensinamentos que visaram o amadurecimento e a construção teórica do objeto de estudo, da abordagem metodológica e da compreensão desta pesquisa, estimulando, assim, a paciência e a perseverança neste trabalho.

Ao professor coorientador doutor Daniel Dantas Moreira Gomes por toda troca de conhecimentos e reflexões que proporcionaram um crescimento profissional e pessoal, além da amizade.

Aos demais professores do programa de Pós-Graduação em Geografia que fizeram parte da minha história e contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos de Pós-graduação pelo apoio e trocas de informações e aos amigos pelos ensinamentos e auxílio.

Aos amigos Anderson Betuel, Gleydson Monteiro, Vivian Emanuela, Rodolfo Deus, Renilson Ramos, Maurício Goldfarb, Fernando e Jeovanes pela paciência e companheirismo nos momentos de estudos.

À minha família que se fez sempre presente no decorrer desses dois longos anos de muito esforço e cansaço que, por fim, valeram muito a pena.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, os meus mais sinceros e profundos agradecimentos.

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável,
eles são a abertura para achar as que estão certas.”

Carl Sagan

Resumo

A urbanização transforma ambientes naturais em artificiais, imaginando o ecossistema mais desejado à sociedade, sobrepondo e pressionando os elementos naturais a interesses socioeconômicos, ambientado pelo capitalismo e gerando desigualdades. Pensando a cidade como espaço de destaque entre sociedade e natureza, a questão a ser discutida é sobre o desequilíbrio social, econômico e ambiental. Associada aos riscos está a vulnerabilidade socioambiental urbana, também atrelada aos fatores e elementos ambientais e sociais, contudo, expõe as diferentes condições de fragilidade dos grupos sociais aos riscos. A problemática identificada neste trabalho parte da dificuldade de estabelecer parâmetros e indicadores para elaboração de planejamento e gestão urbana, levando em consideração a interação entre fatores econômicos, sociais e ambientais como chave para o entendimento da vulnerabilidade socioambiental. Então, foram definidos os seguintes problemas na pesquisa: Que indicadores podem ser utilizados para um índice de vulnerabilidade socioeconômico urbano? Como as modificações da sociedade sobre o meio físico contribuem para a dinâmica da vulnerabilidade na cidade de Garanhuns? Como hipótese para a construção da tese parte-se da ideia que a integração de indicadores com parâmetros ambientais, criticidade e capacidade de suporte em ambiente SIG, propondo um índice de vulnerabilidade socioambiental, definem as áreas urbanas mais vulneráveis. Nessa perspectiva, a cidade de Garanhuns enfrenta problemas urbanos e ambientais, por ser uma cidade em processo de crescimento com planejamento e gestão desigual, onde os espaços urbanos que são menos afetados por problemas socioambientais serão os que detêm a população com maior poder aquisitivo, enquanto, os de maior impacto serão os de menor aquisitivo. A partir da contextualização do tema estudado, este trabalho tem o seguinte objetivo propor indicadores sociais, econômicos e ambientais, que possam ser integrados em um Sistema de Informações Geográficas, gerando o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental da cidade de Garanhuns. Nesse sentido, foram utilizados os conjuntos de técnicas e ferramentas do geoprocessamento, entre eles pode se destacar o sensoriamento remoto, fotogrametria, sistemas de informação geográfica, álgebra de mapas, entre outros. Para elaboração do índice de vulnerabilidade socioambiental urbana aplicada a cidade de Garanhuns, considerou os princípios metodológicos da integração de indicadores socioambientais a luz dos aspectos físicos, sociais e temporais, visando a análise da vulnerabilidade social para riscos naturais e tecnológicos. Também foi empregado o método de Processo Hierárquico Analítico ou “Analytic Hierarchy Process – AHP”. Por fim, foi obtido a relação à vulnerabilidade socioambiental de Garanhuns percebe-se que a maior porção está destinada a classe Médio com cerca de 9,20Km², seguida por Baixo com 7,26Km² e Alto com 5,25Km², indicando que Garanhuns tem um cenário bastante intermediário em relação a suas áreas de risco socioambiental. É interessante que com o passar do tempo, a dinâmica urbana sempre muito rápida, a cidade de Garanhuns pode apresentar outros tipos de dados sobre vulnerabilidade, pois, essa proximidade do intermediário pode colocar daqui a 10 anos por exemplo, a cidade em um baixo ou alto risco socioambiental. Novamente, é importante frisar o papel dos agentes públicos para superação e melhoria das condições de vida da população, infraestrutura e capacidade de suporte na zona urbana. Assim, também é interessante que os extremos do índice de vulnerabilidade socioambiental da cidade de Garanhuns são as menores áreas calculadas, Muito Alto com 3,57Km² e Muito Baixo com 3,70Km². Contudo, não são motivos para menores preocupações, principalmente o primeiro, visto que são áreas com vulnerabilidades ambientais e sociais, resultando em localidades com deficiências urbanas e falta de acessos a serviços públicos essenciais. Do outro lado, áreas com Muito Baixo vulnerabilidade socioambiental, não devem ser entendidas como não necessitem de cuidado e atenção, mas sim, manutenção e sempre promover a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável. De maneira geral, os bairros que com maior índice apresentaram vulnerabilidade socioambientais foram Dom Helder Câmara, São José, Magano e Santo Antônio, respectivamente. Já os que apresentaram menores riscos foram Severiano Moraes Filho, Novo Heliópolis, Dom Thiago Posima e Heliópolis. Ao abordar a vulnerabilidade socioambiental em Garanhuns, foi possível promover uma cidade mais resiliente, equitativa e sustentável, onde os impactos negativos das interações entre vulnerabilidade social e ambiental sejam mitigados e as oportunidades de crescimento e prosperidade sejam ampliadas para todos os seus habitantes. Além disso, é fundamental investir em infraestrutura resiliente, sistemas de alerta precoce e estratégias de gestão de riscos para reduzir a exposição a desastres naturais.

Abstract

Urbanization transforms natural environments into artificial ones, imagining the most desired ecosystem for society, superimposing and pressuring natural elements to socioeconomic interests, set in capitalism and generating inequalities. Thinking of the city as a space of prominence between society and nature, the issue to be discussed is about the social, economic and environmental imbalance. Associated with risks is urban socioenvironmental vulnerability, also linked to environmental and social factors and elements, however, it exposes the different conditions of fragility of social groups to risks. The problem identified in this work stems from the difficulty of establishing parameters and indicators for the elaboration of urban planning and management, taking into account the interaction between economic, social and environmental factors as a key to understanding socioenvironmental vulnerability. Therefore, the following problems were defined in the research. What indicators can be used for an urban socioeconomic vulnerability index? How do society's modifications to the physical environment contribute to the dynamics of vulnerability in the city of Garanhuns? As a hypothesis for the construction of the thesis, it is based on the idea that the integration of indicators with environmental parameters, criticality and support capacity in a GIS environment, proposing a socioenvironmental vulnerability index, define the most vulnerable urban areas. In this perspective, the city of Garanhuns faces urban and environmental problems, as it is a city in the process of growth with uneven planning and management, where the urban spaces that are less affected by socio-environmental problems will be those with the population with the highest purchasing power, while the ones with the greatest impact will be the ones with the lowest acquisition. From the contextualization of the subject studied, this work has the following objective: to propose social, economic and environmental indicators, which can be integrated into a Geographic Information System, generating the Socioenvironmental Vulnerability Index of the city of Garanhuns. In this sense, the sets of techniques and tools of geoprocessing were used, among them it can be highlighted remote sensing, photogrammetry, geographic information systems, map algebra, among others. For the elaboration of the urban socioenvironmental vulnerability index applied to the city of Garanhuns, the methodological principles of the integration of socio-environmental indicators in the light of physical, social and temporal aspects were considered, aiming at the analysis of social vulnerability to natural and technological risks. The Analytical Hierarchy Process or "Analytic Hierarchy Process - AHP" method was also used. In the end, it was obtained that the relation to the socioenvironmental vulnerability of Garanhuns is perceived that the largest portion is destined to the Medium class with about 9.20Km², followed by Low with 7.26Km² and High with 5.25Km², indicating that Garanhuns has a fairly intermediate scenario in relation to its socio-environmental risk areas. It is interesting that with the passage of time, the always very fast urban dynamics, the city of Garanhuns may present other types of data on vulnerability, since this proximity to the intermediate can place the city in a low or high socio-environmental risk in 10 years for example. Again, it is important to emphasize the role of public agents in overcoming and improving the living conditions of the population, infrastructure and support capacity in the urban area. Thus, it is also interesting that the extremes of the socioenvironmental vulnerability index of the city of Garanhuns are the smallest calculated areas, Very High with 3.57Km² and Very Low with 3.70Km². However, they are not reasons for less concern, especially the first, since they are areas with environmental and social vulnerabilities, resulting in localities with urban deficiencies and lack of access to essential public services. On the other hand, areas with Very Low socioenvironmental vulnerability should not be understood as not needing care and attention, but rather, maintenance and always promoting quality of life and sustainable development. In general, the neighborhoods with the highest index showed socio-environmental vulnerability were Dom Helder Câmara, São José, Magano and Santo Antônio, respectively. Those that presented lower risks were Severiano Morais Filho, Novo Heliópolis, Dom Thiago Posima and Heliópolis. By addressing socioenvironmental vulnerability in Garanhuns, it was possible to promote a more resilient, equitable and sustainable city, where the negative impacts of the interactions between social and environmental vulnerability are mitigated and opportunities for growth and prosperity are expanded for all its inhabitants. In addition, it is essential to invest in resilient infrastructure, early warning systems and risk management strategies to reduce exposure to natural disasters.

Lista de Figuras

Figura 1 As populações urbanas e rurais do mundo, 1950 – 2050	23
Figura 2 Relação entre recursos e riscos dos sistemas de eventos da natureza e sociais	27
Figura 3 Estrutura do modelo Pressão-Estado-Resposta	47
Figura 4 Estrutura do modelo Pressão-Estado-Resposta-Efeito	48
Figura 5 Estrutura do modelo Forças Condutora-Pressão-Estado-Impacto-Resposta	49
Figura 6 Vulnerabilidade e Risco	51
Figura 7 Mapa de Localização do Município de Garanhuns - PE	55
Figura 8 Mapa Ferroviário, destaque para Linha Sul de Pernambuco	56
Figura 9 Antiga Estação Ferroviária de Garanhuns	56
Figura 10 Mapa Litológico de Garanhuns - PE	57
Figura 11 Mapa Fitográfico de Garanhuns - PE	58
Figura 12 Mapa Hipsométrico de Garanhuns - PE	59
Figura 13 Mapa de Declividade do Município de Garanhuns – PE	60
Figura 14 Disposição gráfica das sete colinas	61
Figura 15 Mapa dos Bairros de Garanhuns	63
Figura 16 Evolução do PIB per capita de Garanhuns- PE (2010-2019)	65
Figura 17 Parque Euclides Dourado em Garanhuns - PE	66
Figura 18 Parque Ruber Van Der Linden em Garanhuns - PE	67
Figura 19 Praça Deolinda Silvestre Valença em Garanhuns - PE	68
Figura 20 Praça Mestre Dominginhos em Garanhuns - PE	68
Figura 21 Praça da Fonte Luminosa em Garanhuns - PE	69
Figura 22 Grande processo erosivo na Avenida Senador Paulo Guerra – Garanhuns - PE	70
Figura 23 Despejo de materiais oriundos da construção civil nas encostas na voçoroca da Liberdade	72
Figura 24 Fluxograma metodológico para análise e construção do índice de vulnerabilidade socioambiental	77
Figura 25 Fluxograma metodológico para processamento digital de imagens	80
Figura 26 Vulnerabilidade e risco	83
Figura 27 Esquematização da Vulnerabilidade Socioambiental	84
Figura 28 Mapa Litológico da Cidade de Garanhuns – PE	119
Figura 29 Mapa da média anual de pluviosidade da cidade de Garanhuns – PE	122
Figura 30 Mapa da média anual de temperatura da cidade de Garanhuns -PE	124
Figura 31 Imagem panorâmica da cidade de Garanhuns - PE	125
Figura 32 Mapa de declividade da cidade de Garanhuns – PE	127
Figura 33 Imagem de grande declive na cidade de Garanhuns - PE	128
Figura 34 Mapa das APPs da cidade de Garanhuns - PE	130
Figura 35 Gráfico das APPs da cidade de Garanhuns-PE	131
Figura 36 Tubulação vinda da zona urbana sendo despejada em área periurbana de Garanhuns.	133
Figura 37 Mapa do uso e ocupação da cidade de Garanhuns - PE	133
Figura 38 Área do Uso e ocupação na cidade de Garanhuns-PE	134
Figura 39 Praça do Relógio das Flores em Garanhuns – PE	137
Figura 40 Avenida Rui Barbosa e sua arborização central	137
Figura 41 Cobertura vegetal da cidade de Garanhuns - PE	138
Figura 42 Foto do bairro de rua no bairro de Heliópolis em Garanhuns	139

Figura 43 Área de cada classe da cobertura vegetal da cidade de Garanhuns - PE	140
Figura 44 Mapa pedológico da cidade de Garanhuns - PE	141
Figura 45 Erosão em Argissolo Vermelho-Amarelo na cidade de Garanhuns – PE	142
Figura 46 Erosão em Neossolos Regolíticos na cidade de Garanhuns – PE	143
Figura 47 Reportagens ou notícias de Voçorocas na área urbana de Garanhuns - PE ...	144
Figura 48 Voçorocas na cidade de Garanhuns - PE	145
Figura 49 Área exposta a erosão na cidade de Garanhuns – PE	146
Figura 50 Voçoroca próximo a moradias periurbanas em Garanhuns, Pernambuco.	147
Figura 51 Tubulação de esgoto despejando resíduos em voçorocas em Garanhuns, Pernambuco.	148
Figura 52 Retirada de cobertura vegetal e deposição de lixo próximo de voçoroca em Garanhuns, Pernambuco.	148
Figura 53 Mapa de escolas públicas de ensino infantil da cidade de Garanhuns - PE	150
Figura 54 Mapa de Escolas públicas de ensino Fundamental da cidade de Garanhuns - PE	153
Figura 55 Gráfico das notas SAEB do ensino fundamental de Garanhuns - PE	154
Figura 56 Mapa de escolas públicas de ensino médio da cidade de Garanhuns - PE	157
Figura 57 Gráfico dos níveis do SAEB do ensino médio de Garanhuns - PE	158
Figura 58 Mapa das instituições públicas de ensino superior na cidade de Garanhuns - PE	161
Figura 59 Gráfico das notas do SINAEE para as universidades na cidade de Garanhuns - PE	162
Figura 60 Centro Cultural da Cidade de Garanhuns – PE	163
Figura 61 Biblioteca Municipal Luís Jardim em Garanhuns – PE	164
Figura 62 Mapa de estabelecimentos culturais na cidade de Garanhuns - PE	165
Figura 63 Mapa dos níveis de irregularidade de coleta de lixo da cidade de Garanhuns- PE ...	167
Figura 64 Terreno Baldio na Liberdade no Bairro de Heliópolis em Garanhuns – PE	168
Figura 65 Modelo do Container espalhado por Garanhuns – PE	169
Figura 66 Mapa da área de influência da cidade de estabelecimentos econômicos de Garanhuns - PE	171
Figura 67 Mapa dos Locais mais Próximos para Acomodação.	173
Figura 68 Mapa da área de influência da corporação de bombeiros de Garanhuns - PE	175
Figura 69 Mapa das áreas de influência das ambulâncias de Garanhuns - PE	177
Figura 70 Mapa das áreas de influência dos hospitais em Garanhuns - PE	179
Figura 71 Mapa da área de influência das seguradoras de Garanhuns – PE	182
Figura 72 Mapa da área de influência dos estabelecimentos farmacêuticos de Garanhuns - PE	184
Figura 73 Mapa da área de influência das unidades básicas de saúde de Garanhuns - PE	186
Figura 74 Mapa da área de influência das paradas de ônibus da cidade de Garanhuns -PE	188
Figura 75 Parada de Ônibus da cidade de Garanhuns – PE	189
Figura 76 Vulnerabilidade Ambiental da Cidade de Garanhuns – PE	191
Figura 77 Áreas de Vulnerabilidade Ambiental da cidade de Garanhuns – PE	192
Figura 78 Porcentagem das Áreas de Vulnerabilidade Ambiental da cidade de Garanhuns – PE	193
Figura 79 Mapa da Criticidade da Cidade de Garanhuns – PE	195
Figura 80 Gráfico das Áreas de Criticidade da cidade de Garanhuns – PE	196
Figura 81 Gráfico da Porcentagem das Áreas de Vulnerabilidade Ambiental da cidade de Garanhuns – PE	197
Figura 82 Capacidade de Suporte da cidade de Garanhuns – PE	199
Figura 83 Gráfico das Áreas de Criticidade da cidade de Garanhuns – PE	200
Figura 84 Gráfico da porcentagem da Capacidade de Suporte da cidade de Garanhuns – PE	201

Figura 85 Mapa da Vulnerabilidade Social da cidade de Garanhuns – PE	203
Figura 86 Gráfico das Áreas de Vulnerabilidade Social da cidade de Garanhuns – PE	204
Figura 87 Vulnerabilidade Sociambiental da cidade de Garanhuns – PE	207
Figura 88 Gráfico das Áreas de Vulnerabilidade Socioambiental da cidade de Garanhuns – PE	209
Figura 89 Gráficos das áreas das classes de vulnerabilidade socioambiental por bairro de Garanhuns – PE	210

Lista de Quadros

Quadro 1 Tipologia dos Impactos dos Ecossistemas na Saúde	39
Quadro 2 Sistema Socioambiental Urbano – SAU.	50
Quadro 3 Configuração do SAU	50
Quadros 4 Descrição de dados do Mapeamento do Território Pernambucano – PE 3D	74
Quadros 5 Instituições e informações a serem obtidas para construção dos indicadores e índice	79
Quadros 6 Relação de Indicadores de Vulnerabilidade Ambiental	85
Quadros 7 Relação de Indicadores de Criticidade	88
Quadros 8 Relação de Indicadores de Capacidade de Suporte	90
Quadros 9 Classes e Elementos Visuais do Uso e Ocupação Urbana	97

Lista de Tabelas

Tabela 1 Informações CBERS04A	73
Tabela 2 Normalização e Validação dos dados da Vulnerabilidade Ambiental	109
Tabela 3 Normalização e Validação dos dados de Criticidade	110
Tabela 4 Normalização e Validação dos dados da Capacidade de Suporte	110
Tabela 5 Atribuição de Pesos e Cargas para Vulnerabilidade Ambiental	111
Tabela 6 Atribuição de Pesos e Cargas para Criticidade	112
Tabela 7 Atribuição de Pesos e Cargas para Capacidade de Suporte	113
Tabela 8 Tabela 98 Valores da Análise Multicritério Ponderada da Criticidade e Capacidade de Suporte	115
Tabela 9 Valores da Análise Multicritério Ponderado para Vulnerabilidade Socioambiental ...	116

Sumário

1 Introdução	16
2 Fundamentação Teórica	22
2.1 O ambiente urbano e a vulnerabilidade socioambiental	22
2.2 Índice e indicadores socioambientais	32
2.3 Indicadores de análise da vulnerabilidade socioambiental urbana	36
2.4 Modelos de sistematização de indicadores	46
3 Conhecendo a cidade de Garanhuns - PE	54
3.1 Urbanização de Garanhuns - PE	60
4 Materiais e Métodos	73
4.1 Materiais	73
4.2 Procedimentos Operacionais	76
4.3 Elaboração do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental	82
5 Resultados	117
5.1 Indicadores para elaboração da vulnerabilidade socioambiental de Garanhuns	117
5.1.1 Vulnerabilidade Ambiental	117
5.1.2 Criticidade	149
5.1.3 Capacidade de Suporte	166
5.2.1 Análise da Vulnerabilidade Ambiental da cidade de Garanhuns	190
5.2.2 Criticidade	194
5.2.3 Capacidade de Suporte	198
5.2.4 Vulnerabilidade Social	201
5.3 Vulnerabilidade Socioambiental da Cidade de Garanhuns	206
6 Considerações Finais	217
Referências	221

1 Introdução

As cidades se tornaram espaços latentes da interação sociedade/natureza, compondo rotineiramente, transformações guiadas por fatores sociais, econômicos e ambientais. Nos ambientes urbanos, local que a maioria da população mundial vive, ocorre a maior parte do consumo e troca de recursos naturais, capitais, entre outros (HUGGENBERGER e EPTING, p. 3, 2011).

A urbanização transforma ambientes naturais em artificiais, imaginando o ecossistema mais desejado à sociedade, sobrepondo e pressionando os elementos naturais a interesses socioeconômicos, ambientado pelo capitalismo e gerando desigualdades. Em meio a esse contexto, Kaminski (2012) diz que o ambiente se torna elemento que influencia na qualidade de vida da sociedade urbana, podendo propiciar melhorias e, ao mesmo tempo, riscos e vulnerabilidades socioambientais.

A análise da cidade demonstra-se como indicador de desigualdades sociais e ambientais, em uma área dinâmica, que há muito tempo mostra-se fora de controle pela sociedade. Nesse sentido, o estudo dos riscos e vulnerabilidades socioambientais na cidade, surge como uma forma de compreensão de maneira abrangente, apresentando uma abordagem mais profunda dos problemas ambientais experimentados no meio urbano.

Por sua vez, a paisagem urbana sempre foi alvo de investigações, por representar o palco das interações humanas que influenciam todo o planeta, e por uma perspectiva sistêmica de ser um sistema aberto incompleto, pois, existe a entrada de matéria e energia (visto a grande quantidade de recursos que adentram), contudo, não existe saída, devido a saída ser feita pelo consumo de matéria e energia dentro das cidades (SOUZA, p. 224, 2013). Além disso, tem os valores coletivos do modo de habitação em um território, revelando uma preocupação espacial, o seu crescimento desorganizado.

Pensando a cidade como espaço de destaque entre sociedade e natureza, a questão a ser discutida é sobre o desequilíbrio social, econômico e ambiental, pois, é fato que há tempos a sociedade experimenta políticas públicas urbanas ineficientes e que privilegiam pequena parcela da população, caminhando cada vez mais a degradação e com expectativas de piora, se nada for feito.

Uma vez que a perda da cobertura vegetal, alto consumo de recursos naturais, habitações em locais inadequados e uma geração de grandes quantidades de resíduos

sólidos em zonas urbanas, causa transtornos e desequilíbrios ambientais, como mudanças na temperatura, umidade e perda da biodiversidade.

Trabalhos que oferecem investigações e recomendações para contornar esses tipos de problemas são importantes para o planejamento e gestão urbana e ambiental, uma vez que proporcionam um diagnóstico atual e colaboram para projetar o futuro da cidade.

Com a exacerbação dos processos de transformação no espaço urbano, acerca da rápida e intensa alteração das paisagens por meio dos avanços tecnológicos e socioeconômicos, a concepção de planejamento e gestão urbana parece inserir um novo paradigma dominante, uma paisagem instável, com incertezas e a excitação das condições de riscos e vulnerabilidades a sociedade.

A abordagem de estudo dos riscos e vulnerabilidades urbanas pode ser concebida como um novo paradigma, na medida em que altera o foco da compreensão da produção e reprodução socioespacial, atestando a inserção de uma nova base para estudos na relação sociedade/natureza, pois, acompanha a instabilidade e incertezas dos processos naturais e sociais nas cidades.

O entendimento do risco socioambiental urbano introduz nova perspectiva no planejamento e gestão, constituindo ameaças e perigos, que desestabilizam as condições da qualidade de vida da população, evidenciando elementos e fatores ambientais e sociais. O argumento para o estudo dos riscos socioambientais é o seu fator espaciotemporal, demonstrando sua expressão geográfica.

Associada aos riscos está a vulnerabilidade socioambiental urbana, também atrelada aos fatores e elementos ambientais e sociais, contudo, expõe as diferentes condições de fragilidade dos grupos sociais aos riscos. Confere-se a vulnerabilidade socioambiental uma alta complexidade para planejamento e gestão dos impactos advindos dos riscos que se aferem a população, pois, evidencia a heterogeneidade de conflitos em todo território urbano.

Tratar da vulnerabilidade socioambiental urbana, a qual toda sociedade está submetida, é intrínseco, dialético e inseparável dos riscos sociais e ambientais, tornando uma abordagem complexa e profunda da paisagem nas cidades.

Nas análises para essa complexidade, o uso de índice e indicadores vem ganhando destaque nas metodologias utilizadas para compilação de informações de

caráter técnico e científico, permitindo sua transmissão de forma sintética, desde que preservada a essência da informação e utilizadas apenas as variáveis que melhor servem os objetivos.

A proposição de indicadores e índice pressupõem a disponibilidade de dados e informações confiáveis em um determinado período, tentando elaborar contemporaneamente índices que tentam compreender a situação do objeto de estudo. O principal desafio é apontar caminhos para a identificação de parâmetros confiáveis e comparáveis ao longo do tempo para verificação dos avanços dos planejamentos e gestões.

Existe uma variabilidade de tipos e qualidade de informações que podem impedir a comparação dos índices, por isso temos a necessidade de identificar parâmetros comparáveis, confiáveis e convenientes para o sistema. A informação caracterizada em índice de vulnerabilidade socioambiental é mais facilmente utilizável por tomadores de decisão e dos grupos de interesse.

A cidade de Garanhuns com aproximadamente 142 mil habitantes (IBGE, 2022), considerada de porte médio e localizada no agreste meridional do estado de Pernambuco, contempla um período de crescimento urbano bastante acelerado e desorganizado (DEUS, p. 55, 2021), induzindo pressões econômicas, sociais e ambientais em diferentes pontos da cidade.

Na zona urbana de Garanhuns encontram-se vários elementos da paisagem, sendo bastante perceptível a interação entre o natural e o social. Garanhuns possui diversas nascentes, rios e áreas de mata atlântica, que estão sendo depredadas devido ao crescimento desordenado da cidade. Além de áreas com voçorocas e ravinas que também estão sendo ocupadas.

Observa-se que a rede urbana cresce em um ritmo maior que o desenvolvimento de planejamento urbanísticos, acarretando construções próximo a áreas de risco ou de preservação permanente, como voçorocas, ravinas, nascentes, de alta declividade, entre outros. Entretanto, a cobertura vegetal de Garanhuns concentra-se em alguns parques, praças e avenidas, que estão sendo depredadas pela própria população ou sendo retiradas por reformas da prefeitura.

A problemática envolvendo a realização desse trabalho surge com o intenso crescimento urbano na cidade de Garanhuns, segundo Silva *et al.* (2019), vem afetando fragmentos paisagísticos naturais como nascentes e rios, além de voçorocas e ravinas,

atrelados com a modificação da cobertura vegetal na zona urbana, em praças, parques e avenidas; além da pressão exercida pela população mais pobre nesses ambientes, devido a necessidade de habitação e instalando-se em lugares de risco; consumo em larga escala da população em geral, afetando de forma contundente a cidade e as áreas de produção; grande quantidade de resíduos sólidos sendo jogados na natureza.

A problemática identificada neste trabalho parte da dificuldade de estabelecer parâmetros e indicadores para elaboração de planejamento e gestão urbana, levando em consideração a interação entre fatores econômicos, sociais e ambientais como chave para o entendimento da vulnerabilidade socioambiental. Com base no exposto, foram definidas as seguintes questões: Que indicadores podem ser utilizados para um índice de vulnerabilidade socioeconômico urbano? Como as modificações da sociedade sobre o meio físico contribuem para a dinâmica da vulnerabilidade socioambiental na cidade de Garanhuns?

Como hipótese para a construção da tese parte-se da ideia que a integração de indicadores com parâmetros ambientais, criticidade e capacidade de suporte em ambiente SIG, propondo um índice de vulnerabilidade socioambiental, definem as áreas urbanas mais vulneráveis.

A partir da contextualização do tema estudado, este trabalho tem o seguinte objetivo: Propor indicadores sociais, econômicos e ambientais, que possam ser integrados em um Sistema de Informações Geográficas, gerando o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental da cidade de Garanhuns. Como objetivos específicos, pode-se elencar os seguintes:

- Identificar as variáveis socioambientais para composição dos indicadores de vulnerabilidade;
- Estabelecer o inter-relacionamento entre os componentes urbanos e variáveis socioambientais;
- Elaborar e espacializar os indicadores de vulnerabilidade socioambiental;
- Gerar índice da Vulnerabilidade Socioambiental para a cidade de Garanhuns;
- Analisar as correlações dos indicadores socioambientais com os bairros de Garanhuns.

A escolha da cidade de Garanhuns como objeto de pesquisa da referida tese se dá pelas características comuns as cidades médias da região, podendo ser replicado o

uso dos indicadores e índice propostos, auxiliando no levantamento de informações, planejamento e gestão nas cidades.

Diante disso, percebe-se que o sistema que é a cidade necessita de pesquisas que auxiliem no planejamento e gestão urbana e ambiental, sendo a utilização do geoprocessamento uma ferramenta importante e que permite o desenvolvimento de estudos que possam auxiliar e indicar parâmetros para o uso e manejo do solo.

Por isso, propõe-se a utilização do Sistema de Informação Geográfica por permitir a integração de dados e informações, tratamento, análise e a composição de indicadores e modelagens, possibilitando a oportunidade de ser analisado de forma sistemática e espacial.

Para realização de trabalhos com essa perspectiva, é necessário o emprego de técnicas e ferramentas que permitam um grande nível de detalhe sobre o objeto. A utilização do sensoriamento remoto e da aerofotogrametria, surgem como ferramentas para obtenção de informações mais precisas e detalhadas sobre a superfície da terra. Além de ser considerado de baixo custo para os usuários, de fácil emprego, com qualificação técnica e oferecer melhor qualidade nos resultados.

As ferramentas apresentadas tornam-se ferramentas para a análise multitemporal da paisagem, integrando diversos elementos socioeconômicos e ambientais, podendo possibilitar a melhor identificação dos fragmentos da paisagem.

A pretensão deste trabalho é auxiliar no entendimento de cidades e propor caminho para a possibilidade de estabelecer indicadores, índice e recomendações para a vulnerabilidade socioambiental e o cumprimento das metas estabelecidas pela ONU, melhorando a vida da população. O objetivo 11 é importante porque as cidades são o local de moradia de mais da metade da população mundial e são responsáveis por uma grande parte da poluição e do consumo de recursos. Tornar as cidades mais sustentáveis é essencial para o desenvolvimento sustentável do planeta.

Esta tese estrutura-se em 5 capítulos, descritos brevemente a seguir, aos quais adiciona as referências bibliográficas ao final de cada um.

No segundo capítulo está um levantamento e análise do estado da arte dos temas, indicadores, ferramentas relacionadas ao desenvolvimento e fundamentação teórica deste trabalho.

O terceiro capítulo é feita a caracterização do objeto de estudo, identificando aspectos sociais, econômicos e ambientais, moduladores da realidade existente na zona urbana.

O quarto é destinado a metodologia proposta para a investigação e proposição dos indicadores e índice de vulnerabilidade socioambiental na cidade de Garanhuns.

No próximo capítulo, o quinto, é apresentado o estudo de caso, com a definição das componentes do índice de vulnerabilidade socioambiental e sua aplicação a cidade de Garanhuns, apresentando partes de sua metodologia de cálculo, resultados e discussões.

Por fim, no capítulo quinto, são apresentadas algumas conclusões e recomendações.

2 Fundamentação Teórica

2.1 O ambiente urbano e a vulnerabilidade socioambiental

As relações sociedade e natureza acontecem de maneira dinâmica e continua no espaço geográfico, aumentado nos últimos anos devido as pressões antrópicas em busca de recursos naturais e na transformação da paisagem para atendimento das suas necessidades, causando modificações severas na configuração da superfície, nos meios bióticos e abióticos, gerando prejuízos a natureza e a qualidade de vida da população.

Com o avanço tecnológico e a rapidez da comunicação na sociedade urbana, aumentou o potencial de transformação do espaço geográfico, utilizando mais recursos naturais e a capacidade de alteração em produtos. Ferreira *et al.* (2015), refletem que desde a revolução industrial, a população humana enfrentou algumas consequências, positivas como o aumento da comercialização de produtos mais especializados, longevidade da expectativa de vida, a produção de fármacos e o alavanque das tecnologias de forma geral, contudo, existem pontos negativos e estes representam um marco histórico com uma profunda série de perturbações ambientais e sociais.

Com relação aos países em desenvolvimento, questões acerca da qualidade de habitação, prevenção a riscos e suas medidas reguladoras, foram incorporadas com a industrialização, visto que surge uma maior demanda devido a população de mão de obra necessitando de moradia (ANDRADE, p. 243, 2013).

Outro elemento atuante na contemporaneidade é o crescente desenvolvimento tecnológico, proporcionando alterações das necessidades sociais e econômicas, ligadas a produção. A utilização do solo tanto para indústrias, comércio, quanto para atividades de reprodução da simples força de trabalho, articula-se ao próprio desenvolvimento econômico.

Na atualidade, uma das concentrações de atividades humanas sobre a natureza está nos meios urbanos, como na síntese de ABIKO (2008) onde o principal palco de atuação da sociedade se tornou as cidades, pois, são nelas que a maioria da população mundial está vivendo, consumindo o que é produzido em outras áreas e onde são gerados os resíduos de todo esse processo.

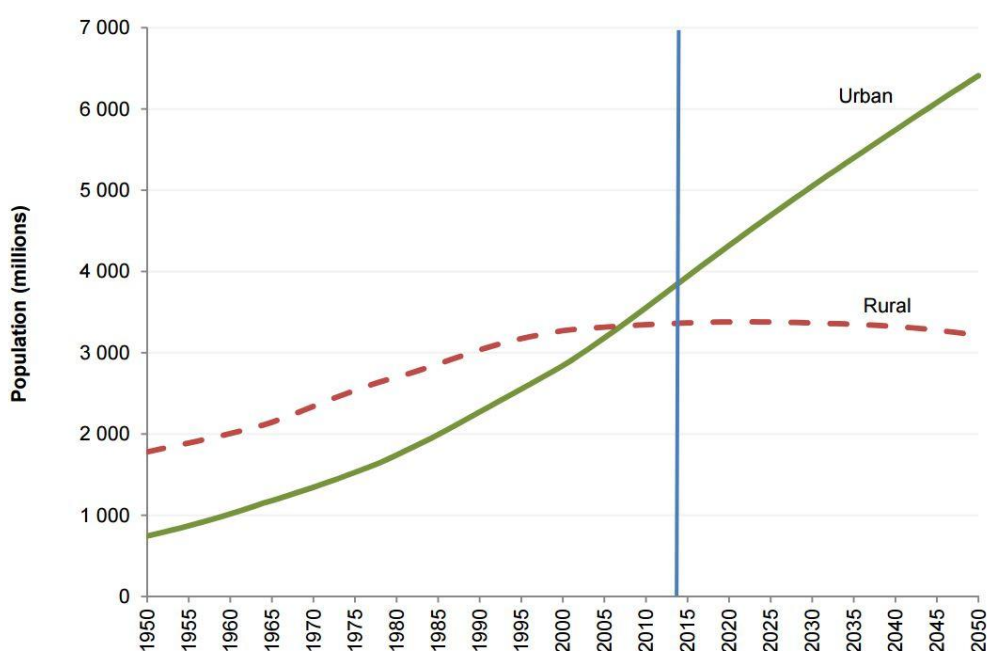
O meio urbano, de modo geral, consiste em um local com constantes transformações, sejam estas sociais, ambientais, físicas e/ou econômicas, isto é, representa com seu limite definido, com as estruturas e obras, um ambiente com muitas

faces e fragilidades que, na maioria da vez, passam despreocupados aos olhos da sociedade e dos gestores (KAMINSKI, 2012).

Ilieva e McPhearson (2018), acrescentam que vivemos cada vez mais em um planeta urbano, na medida em que as sociedades humanas se tornaram mais globalizadas, dinâmicas e em movimento, exigindo um pensar a cidade do agora e do amanhã. Nos discursos contemporâneos, o debate teórico sobre a cidade ganha influência com a globalização, modificando os processos sociais e econômicos, revendo as relações da sociedade sobre o ambiente urbano.

Nesse sentido, o Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento (PNUD) demonstra que em 2014, 54% da população mundial já residia em áreas urbanas e com projeções para que em 2050 a população esteja aproximadamente, em 66% (Figura 1).

Figura 1 As populações urbanas e rurais do mundo, 1950 – 2050



Fonte: United Nations, 2014

Considerando que essa quantidade de pessoas tenha suas necessidades supridas, teremos uma intensificação no nível de consumo socioespacial e dos recursos, aumentando a quantidade de resíduos, como já desenha Rueda (p. 43, 2012):

O intenso processo de urbanização do território, tem experimentado nas últimas décadas, um incremento massivo de consumo de recursos, uma crescente perda de biodiversidade e a fragmentação dos espaços naturais, com a consequente deterioração da qualidade de vida.

Huggenberger e Epting (2011) complementam que os impactos fazem parte da transformação da estrutura do planeta, conhecida como o período antropogênico, adicionando a isso uma escassa inovação de conceitos para uma eficiente gestão e proteção dos recursos, fará com que a sociedade enfrente severos problemas na qualidade de vida e o aumento de intensos impactos negativos, principalmente em ambientes urbanos.

O ritmo atual de crescimento econômico envolta das zonas urbanas provoca o aumento do nível de entropia, acelerando a diminuição de áreas ecologicamente sustentáveis, quando não há planejamento eficiente, e dificultando os manejos de suporte para melhoria da qualidade de vida (RUEDA, 2012). A cidade enfrenta atualmente um grande desafio, visto a necessidade de desenvolvimento, atrelado a conservação ambiental, melhoria de produção de suas infraestruturas e, de certa maneira, o desenvolvimento do equilíbrio social.

Neste contexto, Barbosa e Nascimento Junior (2009) revelam que a cidade e sua malha urbana torna-se hipertrofiada, sem condições de atender às mínimas condições de infraestrutura e sustentabilidade. Surge a necessidade de criar mecanismos para o entendimento, planejamento e gestão das cidades, manejando-a de forma mais inteligente e sustentável, melhorando a qualidade de vida e ambiental. Neste sentido, as cidades vivem em um mundo cada vez mais de riscos, incertezas e vulnerabilidades, sujeitando as populações, principalmente as com menores condições socioeconômicas, a sofrerem com problemas socioambientais (TEIXEIRA e PESSOA, 2020).

Para Kaminski (2012), a intensa e constante atividade urbana ocasiona alterações no meio, notadamente nos processos naturais, que expõe as cidades a riscos e vulnerabilidade, principalmente no campo socioambiental, que de modo geral, é muito complexa e gera inúmeras consequências.

A questão socioambiental representa junto com os problemas econômicos, políticos, sociais e ambientais, faces de uma mesma crise e, por isso, esses elementos não podem ser entendidos separadamente, pois são sistêmicos (TIZ, 2016). Trazendo a uma percepção de mundo onde o todo está integrado, proporcionando a análise conjunta dos aspectos ambientais e socioeconômicos.

A cidade representa um objeto onde as interações e problemas devem ser vistas de maneira integrada, uma vez que a destinação da maioria dos insumos e recursos irão

para as zonas urbanas. Rueda (2012) explica que a sociedade reconhece que as atividades que desenvolvem a produção e a transformação do espaço, influenciam e condicionam no bem-estar da população, incluindo fundamentalmente, os âmbitos ambientais e os seus equipamentos.

A transformação que é consequência da relação sociedade/natureza compõe a cidade como objeto bastante complexo, visto o conjunto de fatores, influências e dinâmicas. É necessário entender que a cidade pode funcionar como um sistema, visto que existem vários elementos naturais e antrópicos que se integram, além da entrada de matéria e energia. De acordo com Obiko (2008):

Vale salientar que a cidade não funciona como um sistema fechado, onde o homem possa encontrar tudo o que necessita, mas sim, deve ser entendida como um sistema aberto, dependente de outras partes do meio ambiente geral. Esta característica de sistema aberto, que troca materiais e energia com outros ambientes, para atender as necessidades do homem, resultando na produção de resíduos que são lançados, geralmente, na área urbana, acaba gerando problemas ambientais nas próprias cidades, visto que, parte do que entra na cidade volta para o ambiente externo, na forma de produtos e, muitas vezes, como resíduos. O ecossistema urbano difere ainda dos outros sistemas naturais, pela ação predominante do homem, provocando mudanças intensas e rápidas. O homem tem a capacidade de dirigir suas ações utilizando o meio ambiente como fonte de matéria e energia ou como receptor de seus produtos e resíduos. Devido a esta ação predominante do homem sobre o ambiente, podemos dizer há um certo “controle” do homem sobre o ambiente, o que se em determinado período foi considerado total, atualmente, já não pode mais sê-lo.

A percepção de que a cidade pode ser considerado um sistema aberto, abre possibilidades para estudos e elaboração de planejamento de maneira mais holística e integrada. Philippi Jr (2013) concorda ao ver a cidade como sistema aberto, devido a premissa de observar todos os fatores envolvidos e suas relações, permitindo a capacidade de inserir instrumentos de intervenção e desenvolver manejos mais eficientes a toda sociedade e o ambiente.

Entende-se que os estudos direcionados às questões socioambientais urbanas, devem considerar as heterogeneidades contidas na relação sociedade/natureza, sendo estas os reflexos das injustas, segregadoras e degradantes aspectos na realidade urbana (SILVA e AQUINO, 2018). Estes autores complementam afirmando que compreender as questões socioambientais urbanas, representam um salto teórico/metodológico estruturado nos aportes sistêmicos, complexos e dialéticos, transcendendo abordagens simplistas de causa e efeito. Mendonça (2010), afirma que:

Neste contexto a abordagem socioambientais urbanos pode ser concebida como um novo paradigma, na medida em que muda o foco da compreensão da lógica de produção e reprodução socioespacial; ou seja, ela atesta a inserção de uma nova base de análise na relação sociedade – natureza, pois salta de uma base de certeza e estabilidade para uma outra de incerteza e de instabilidade quanto à repercussão dos processos naturais e sociais do espaço geográfico.

Diante da pressão exercida da sociedade sobre a natureza, principalmente no ambiente urbano, é necessário pensar em alternativas para melhoria da qualidade de vida e ambiental. A busca por equacionar os problemas das cidades brasileiras, demanda ações capazes de entender as especificidades dos elementos que as compõem, assim, coloca-se em destaque a análise das questões socioambientais, que proporcionam a compreensão de riscos e da vulnerabilidade, que compreendem a desigual exposição a fatores ameaçadores da sociedade urbana.

A vulnerabilidade corresponde a um conceito complexo, inferido através de dimensões sociais, econômicas, políticas e culturais, sendo sua definição abordada em várias perspectivas epistemológicas (CUTTER, 1996, p. 61). A autora continua refletindo em Cutter (2011) sobre a questão socioambiental, pois, é princípio fundamental para seu estudo, as características do que chama de “ciência da vulnerabilidade”, sendo pré-requisito “o conhecimento geoespacial da investigação, com base nos locais”.

Para conhecer a vulnerabilidade socioambiental, é necessário conhecer o conceito de riscos socioambientais e como eles podem interferir no cotidiano da população. Mendonça (2010), explica que os riscos são fenômenos atrelados as contingências naturais e sociais que desestabilizam as condições das sociedades urbanas, aspectos de ordem ambiental e social (cultural, político, econômico e tecnológico).

Hummell (2009) acrescenta que é possível entender que os riscos resultam da interação entre o homem e suas atividades com as forças da natureza, além disso, ressalta que os riscos em que a sociedade está exposta alteram-se ao longo do tempo, dependendo de como as atividades humanas impactam sobre as mudanças ambientais, ocasionando à sociedade novos riscos.

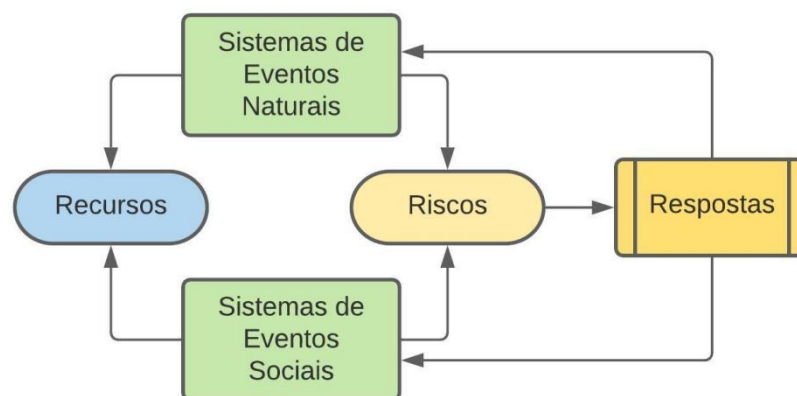
Dagnino e Carpi Junior (2007) também explicam que os riscos representam situações de perigo que não estão “desligadas do que ocorre em seu entorno – o ambiente, em seu sentido amplo – seja o ambiente natural, seja o construído pelo homem (social e tecnológico).” Ainda concluem que os riscos ambientais são a soma

dos riscos naturais e aqueles decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana. Afinal, o risco é um objeto social.

Os sistemas da natureza funcionam independentemente da atividade humana, da mesma maneira que, o sistema social funciona independentemente das forças da natureza, contudo, a interação desses dois sistemas origina recursos e possibilidades de proporcionar mais qualidade de vida a população e, ao mesmo tempo, riscos e vulnerabilidades ao homem (HUMMELL, 2009).

Para ilustrar como funcionam essas relações entre os sistemas da natureza e sociais, foi elaborado uma representação esquemática (Figura 2) da interação desses elementos e como podem gerar riscos que podem retroagir e refletir nos sistemas, a partir da adaptação dos autores Burton, Kates e White (1993, p.32).

Figura 2 Relação entre recursos e riscos dos sistemas de eventos da natureza e sociais



Fonte: Burton, Kates e White (1993, p.32)

A partir das ponderações feita pelos autores, podemos compreender que os sistemas podem funcionar de forma independente, contudo, quando existe a interação entre os elementos, é possível ter recursos que podem trazer melhoria na qualidade de vida da população, e em contrapartida, existe a possibilidade de ocorrer riscos que podem ameaçar o desenvolvimento dos elementos socioambientais, proporcionando perigos e degradações.

Devido o risco se configurar uma construção social, a percepção de como o indivíduo observa as chances de um perigo realmente acontecer, depende das consequências que decorrem da vulnerabilidade próximas ao indivíduo (ALMEIDA,

2010). Assim, Braga *et al.* (2006), afirmam que o pressuposto da vulnerabilidade explica o motivo dos diferentes níveis de risco e o porquê os grupos são submetidos a diferentes níveis de intensidade.

O termo vulnerabilidade torna-se intrínseco ao estudo do risco, já que implica a possibilidade de ocorrência de algum advento adverso. Para Deschamps (2009), a vulnerabilidade é a “qualidade de vulnerável”, ou seja, o lado fraco de um assunto ou questão, ou o ponto em que alguém possa ser atingido, por isso mesmo a vulnerabilidade implica risco.

Ainda este autor, considera que para existir um dano, devem ocorrer três situações: “um evento potencialmente adverso, ou seja, um risco, que pode ser endógeno ou exógeno; uma incapacidade de responder positivamente diante de tal contingência; e, uma inabilidade para adaptar-se ao novo cenário gerado pela materialização do risco”.

Nesse sentido, compreende-se a vulnerabilidade socioambiental refere-se a como determinados grupos populacionais, especificamente marginalizados, são afetados pelo risco ambiental, pois, a lógica de produção do espaço urbano, estimula o estresse ambiental e os padrões socioespaciais em grupos sociais (MALTA, 2018).

Mendonça (2010), completa afirmando que os riscos estão diretamente ligados a vulnerabilidade socioambiental, pois, explica diferentes condições de exposição dos grupos sociais de risco, de maneira que para tratar o risco e a vulnerabilidade terá que ser feita de forma intrínseca, dialética e inseparável, experimentando uma seara de alta complexidade para a compreensão e a gestão da cidade. Ribeiro (2010, p.106), também demonstra a vulnerabilidade como:

A capacidade de um grupo humano prever e preparar-se para um desastre. Isso depende de uma série de fatores, como a percepção do risco, a capacidade de prever o desastre e a possibilidade de adotar medidas eficazes para proteger o grupo social do desastre, que é efêmero e pode ocorrer de modo surpreendente. A vulnerabilidade pode ser aferida à luz desses parâmetros e faz sentido para avaliar o estágio do grupo social sujeito ao risco e para organizar uma intervenção do Estado, que passa a ter uma medida que permite dimensionar carências e planejar ações preventivas ao evento que gera uma catástrofe.

Sendo um conceito que se refere a um conjunto complexo de elementos em interação, demonstrando um resultado sobre a dinâmica do ambiente, é necessário compreender todo o seu contexto. Nesse sentido, a EMBRAPA (2010), observa que o

conceito está atrelado a outros, como a exposição a pressões, impactos (real ou potencial), sensibilidade, capacidade adaptativa, resiliência e susceptibilidade, contudo, a vulnerabilidade socioambiental representa uma conjunção entre os elementos e a possibilidade de impactar na sociedade.

As zonas urbanas brasileiras representam a desigualdade social, caracterizadas devido ao aprofundamento da reordenação das atividades produtivas, atrelado com as representações do capital. Essas condições atenuaram as problemáticas de moradias irregulares, crescimento das favelas, ocupação ilegal, degradações ambientais e os acesso de serviços urbanos.

Maricato (2009), exprime essas condições ao tratar da habitação e suas problemáticas, principalmente, o déficit habitacional do Brasil, por representar a falta/inadequadas de moradias para a população. Mendonça e Leitão (2008), aponta que as questões ambientais nos meios urbanos estão atreladas a problemas decorrentes da especulação imobiliária, que impelem os grupos menos favorecidos a ocupar irregular e ilegalmente áreas de grande risco, como os mananciais de abastecimento, terrenos muito íngremes, beiras de rios, áreas inundáveis e locais próximos a lixões.

Na análise da vulnerabilidade socioambiental, é importante observar o contexto social e ambiental que o ambiente urbano vem enfrentando. Hummel (2009), adverte que as áreas ocupadas pela população com mais baixo poder aquisitivo tornam-se mais vulneráveis aos efeitos causados pelos desastres naturais, por estar menos preparadas para responder a esses eventos.

Na geografia, a vulnerabilidade está diretamente relacionada as probabilidades do objeto ser afetado negativamente por um fenômeno geográfico, ou seja, as áreas e o grupo que podem ser afetadas por algum evento degradante são mais vulneráveis (HUMMELL, 2009).

A autora complementa que cada vez mais o apontamento da vulnerabilidade está estreitamente ligado a pobreza e como componente da complexa estrutura de desigualdades socioespaciais.

Por esse aspecto, Kaminski (2012), explica que a capacidade de enfrentar riscos, bem como os mecanismo e a capacidade de defesa do grupo, poderão determinar uma classificação de vulnerabilidade. Nesse sentido, é importante compreender que a vulnerabilidade socioambiental reflete sobre a heterogeneidade da população, buscando

entender como as variáveis sociais e ambientais podem diferenciar o contato com os desastres.

Silva (2013), defende que a desigualdade econômica se apresenta de forma clara no ambiente urbano, onde as pessoas ocupam os espaços condizentes com os seus rendimentos, isto é, quem possui maior poder aquisitivo habita as melhores localidades, e quem apresenta o menor poder aquisitivo ocupa localidades com diversas deficiências de infraestrutura e de maiores riscos.

Com o entendimento desses autores, pode-se entender que a vulnerabilidade socioambiental é uma condição ligada as interações sociais e ambientais, de maneira que as formas de ocupação e funcionamento, podem condicionar o quanto um ambiente urbano pode ser impactado.

Para Kaminski (2012), nos ambientes urbanos, existe a necessidade de conhecer e estimar as diferentes vulnerabilidades que as comunidades fornecem em relação aos diferentes conjuntos de riscos urbanos. O autor complementa que, a percepção dos riscos pelos moradores dever estar conectada a gestão pública, pois, está relacionado com a falta de infraestrutura e políticas públicas eficazes.

Por proporcionar essa nova concepção, Vasconcelos (2019), conclui que a discussão sobre vulnerabilidade socioambiental urbana começou a despertar o interesse de pesquisadores e gestores urbanos, tendo em vista os crescentes índices de desigualdades sociais, da segregação socioespacial e do processo de urbanização desordenado das cidades.

A noção de vulnerabilidade envolve também aspectos relativos à gestão urbana, pois, os seus efeitos implicam nos aspectos organizacionais da cidade, influenciando nos bens, equipamentos as quais ela concentra.

O planejamento e gestão das cidades devem ser os caminhos para o desenvolvimento sustentável, como Ilieva e McPhearson (2018) explicam que a chave da questão é que novos dados e visão sistêmica podem ajudar a captar a crescente interação complexa entre natureza/sociedade nas cidades, auxiliando a construção de uma nova perspectiva para as cidades, melhorando os conhecimentos de melhorias para tomadas de decisões mais sustentáveis para os futuros ambientes urbanos.

Tais ações precisam ser planejadas com uma gestão urbana competente, que parte do conhecimento em tempo real do estado de todos os processos dinâmicos que podem influenciar em fenômenos degradantes (SILVA, 2019).

Como instrumento de “superação” a essas questões, o estado brasileiro criou legislações, a fim de nortear caminhos possíveis para melhoria da qualidade de vida da população e possibilitar caminhos para a diminuição de vulnerabilidade. Visto isso, a legislação brasileira prevê o cumprimento do Estatuto das Cidades (2001), promulgado pela Lei 10.257, com o intuito de desenvolver instrumentos de política urbana a serem aplicados pela União, Estados e Municípios. Além disso, o responsável por estruturar esse planejamento e manejo, são os municípios que, por sua vez, utilizam uma ferramenta chamada de plano diretor¹, prevista no Estatuto das Cidades e obrigatório a cidades com população superior a 20 mil habitantes. Santana (2014), diz que o plano diretor aparece como política de ordenamento urbano, sendo imprescindível que o mesmo, estabeleça parâmetros e regulações para o aproveitamento do espaço da cidade, melhorando o uso do solo.

Contudo, talvez o gestor não conhece sua própria cidade, se arrisca no campo do imprevisto, da especulação política e da improbidade administrativa, desta forma, o conhecimento físico, ambiental, social são fundamentais para o estabelecimento de metas e do desenvolvimento competente dos processos (PANET *et al.*, 2017).

Além disso, Mendonça e Leitão (2008), trazem a perspectiva geral à gestão do ordenamento territorial do meio urbano, ocorrendo uma superposição de interesses, de poderes e de legislações que confundem e dificulta os próprios gestores e a implementação de políticas públicas que, genuinamente, possam melhorar a qualidade de vida. Essas questões de gestão pública, nos relevam os constantes problemas e a incerteza quanto a regularidade e a promoção do eficaz funcionamento urbano.

Ainda que a gestão pública sobre riscos e vulnerabilidades socioambientais no país tem se preocupado com as gestões de urgência e crise, ou seja, a utilização de medidas públicas ou ações produzidas depois da ocorrência de um evento adverso, agravando a capacidade de precaver os riscos (TEIXEIRA; PESSOA, 2020).

¹ O plano diretor é uma lei municipal, elaborada pelo poder executivo (Prefeitura) aprovada pelo poder legislativo (Câmara de Vereadores), que estabelece regras, parâmetros, incentivos e instrumentos para o desenvolvimento da cidade. LEI Nº 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001.

Contudo, Lemos (2010) adverte que a adoção de políticas públicas no sentido de capacitar as cidades para se protegerem, podem exercer influência positiva, não somente sobre impactos previsíveis no futuro, mas antecipando a promoção da resolução de problemas e desastres, como também, melhorando a situação sobre os riscos e impactos já existentes. Isto reforça o interesse e a importância do estudo e espacialização dos riscos e da vulnerabilidade socioambiental, na perspectiva complexa e integradora de diversos elementos.

Por isso, a cidade é reflexo das ações da sociedade sobre o espaço, que se articula com a economia capitalista, compondo os manejos na organização do território urbano, independentemente de sua escala espacial. Assim, buscando entender a cidade como modelo socioambiental, identificando e analisando os riscos e vulnerabilidades inerentes a realidade da localidade é um ponto a ser perseguido pela gestão pública, tem-se aqui a possibilidade de utilizar diversas ferramentas que permitem melhorar o planejamento do manejo das atividades realizadas no meio urbano.

2.2 Índice e indicadores socioambientais

A análise espacial dos fenômenos socioambientais permite a representação visual e a compreensão das interações nos processos de produção e transformação do espaço, tomando percepção e indicações de desequilíbrios. Para Marques *et al.* (2017), quando a aplicação da análise espacial é feita sobre áreas urbanas, estabelece relações diretamente proporcionais ao estágio do processo de crescimento urbano, além de permitir avaliar o contexto do planejamento para equacionar os problemas.

Entender os meios urbanos por meio da análise espacial dos fenômenos e suas interações, torna-se cada vez mais complexo, devido ao exponencial desenvolvimento de tecnologias e a dinâmica atuante dos agentes sobre a cidade. Ribeiro e Mendes (2015) concordam que as ações de produção urbana estão atingindo níveis preocupantes na maioria das cidades brasileiras, evidenciando riscos ao funcionamento das cidades, isto é, a expansão da ocupação humana despreocupada com planejamento, sobre os espaços das cidades ocasionando o esgotamento dos equipamentos urbanos, da infraestrutura e impacta na sua dinâmica, impondo dificuldades das mais variadas dimensões e espacialidades.

Um instrumento utilizado para auxiliar o planejamento e manejo das áreas urbanas, são os indicadores, responsáveis por capturar tendências da dinâmica e

informar os agentes de decisão, orientar o desenvolvimento e o monitoramento de políticas e estratégias (KEMERICH *et al.*, 2014).

De modo semântico, o termo indicador é originário do latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar; e de modo geral, o termo se caracteriza por se referir a parâmetros ou funções derivadas (TIZ, 2016).

Rodrigues (2010) aborda que em uma sociedade capitalista, os indicadores surgiram como uma dimensão econômica, com o intuito de avaliar parâmetros e caminhos para prevenção de crises e o desenvolvimento da economia. Exemplo dessa realidade econômica são o Produto Interno Bruto (PIB), Índice de Preço ao Consumidor Amplo (IPCA), entre outros. Contudo, a autora esclarece que ao longo da história, houve uma quebra no paradigma de análises sociais e ambientais, divulgando resultados melhores e com maior facilidade na interpretação dos índices e indicadores.

No Brasil, a origem e desenvolvimento da aplicação dos indicadores estão ligados as atividades de planejamento do setor público no século XX, como em 1973, na criação do Grupo Projeto de Indicadores Sociais pelo IBGE, com o intuito de adequar as estatísticas sociais do Brasil ao contexto internacional (MALTA, 2021).

Tiz (2016), menciona que entre as décadas de 60 e 70, os indicadores sociais foram valorizados em uma tentativa de minimizar os destaques a questões econômicas que desconsideravam as dimensões sociais e ambientais no desempenho da qualidade de vida e dos ecossistemas. Exemplo disso, é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Já os indicadores ambientais são relativamente recentes, originando-se a partir da década de 80, seguindo a tendência global do desenvolvimento sustentável dos espaços antropizados e dos recursos naturais, aumentando a necessidade do levantamento e da compreensão dos sistemas (MAGALHÃES JUNIOR, 2007). A integração dos indicadores ambientais ganha mais espaço a partir dessa nova tendência, sendo utilizado em diversos trabalhos que aprimorem a relação que a sociedade aplica sobre os elementos naturais.

Dentre os variados estudos e aplicações dos indicadores, Veiga (2009), é direto em reconhecer o papel fundamental dos indicadores socioambientais, podendo ocorrer convergências, promoção da compreensão e visualização dos elementos que compõe a realidade, gerando ações mais eficazes.

Nesse sentido, existe uma extensa literatura acerca dos índices e indicadores, com especificidades nas áreas as quais estão sendo aplicados e estudados, por isso, parte-se, inicialmente, das suas características essenciais de medir e informar sobre os fenômenos (RODRIGUES, 2010). Podemos perceber por esse apontamento da última autora, o aumento de demanda por informações para se entender o contexto e os elementos em torno das pesquisas.

Por isso, o Ministério do Meio Ambiente [s.d.], entende que os indicadores socioambientais são ferramentas dotadas de informações quantificadas, de cunho científico, de simples compreensão e absorção nos processos de decisão em todos os níveis de gerenciamentos, pois, são úteis na avaliação de fenômenos, permitindo a representação de tendências e progressos ao longo dos anos. Além disso, o ministério observa que os indicadores são estatísticas selecionadas que representam os aspectos do estado do ambiente, permitindo lidar com uma realidade e com a interação dos recursos naturais e de atividades humanas relacionadas.

Na análise e proposição de compreender a cidade por meio da vulnerabilidade socioambiental, deve pensar a utilização de indicadores como auxiliares no levantamento de informações, capazes de serem integrados, gerando conhecimento sobre a realidade. Vasconcelos (2019), concorda afirmando que os indicadores podem agregar e interligar informações que possam retratar fatos, bem como proporcionar monitoramentos e direcionar planejamentos.

A construção de indicadores socioambientais compõe várias definições e a utilização de informações qualitativas e/ou quantitativas. Guimarães e Feichas (2009) definem os indicadores como um conjunto de sinais que promovem a avaliação do progresso de uma região na busca do desenvolvimento, sendo instrumento fundamental para o processo de identificação de problemas, entendimento e formulação, implementação e avaliação de políticas. Souza *et al.* (2013, p XX), complementa que:

Os indicadores podem ser definidos como variáveis dotadas de significados, derivados de uma configuração científica e que refletem de forma sintética, no caso da vertente socioambiental, um interesse social pelo ambiente, e que podem subsidiar processos de tomada de decisão. O uso de indicadores consiste na agregação e quantificação de informações de maneira que sua significância fique mais evidente.

Já para Ucker *et al.* (2012), são ferramentas para avaliar o desempenho de políticas públicas e/ou processos com seus respectivos níveis de atuação, sendo em

aplicações socioambientais, fornece uma síntese das condições ambientais, sobre as pressões que o meio sofre, das respostas que a sociedade tem utilizado para mitigar e os efeitos dos danos que podem ser gerados.

É possível organizar os indicadores segundo a área temática da realidade a que se referem, agrupando-os em áreas de influência. Há, assim, os indicadores de saúde, os educacionais, os de mercado de trabalho, os demográficos, os habitacionais, os de segurança pública e justiça, de infraestrutura urbana, de renda e desigualdade, além dos indicadores ambientais, que podem ser levantados e analisados para a vulnerabilidade socioambiental (MALTA, 2021).

Assim, diversos autores como Veiga (2010), Pupphachai e Zuidema (2016), Ameen e Mourshed (2018), e Eustachio (2019) corroboram que indicadores voltados ao levantamento de informações dos elementos naturais, sociais, econômicos, culturais e políticos, são instrumentos fundamentais para o processo de construção de planejamento e gestão em zonas urbanas.

Malta (2018), expõe que com a utilização dos indicadores é possível apontar, aproximar, traduzir em termos operacionais as dimensões sociais, econômicas e ambientais, definindo escolhas teóricas ou políticas anteriormente realizadas, demonstrando-se ferramentas bastante eficazes metodologicamente para subsidiar investigações sobre a produção e a transformação do espaço urbano.

Por sua vez, a utilização dos indicadores tem sido a base para a formulação de políticas públicas, isto é, elas possibilitam uma análise da realidade, conhecendo fielmente a situação que se almeja entender, por meio de monitoramento temporal, avaliação de processos e ações de planejamento, que representam uma melhor utilização dos recursos investidos (VASCONCELOS, 2019).

Com o intuito de compreender melhor a interação dos indicadores de vulnerabilidade socioambiental, é interessante a elaboração de índices que possam demonstrar as informações de forma objetiva e que sejam de melhor compreensão por parte dos gestores.

Nesse sentido, Tiz (2016) considera que o conjunto de valores numéricos que representam a interpretação da realidade de um sistema, utilizando em seu cálculo, bases científicos e métodos acertados, podem considerar índices, pois, estes representam

um nível superior na junção de variáveis e indicadores, portanto, refletem sobre as condições do sistema em análise.

Malta (2018), observa que a computação de valores agregados de indicadores, é um método comum para a construção de índices, que podem ser construídos por meio de notas e pesos, dependendo de sua aplicação e do foco de atenção para resolver os problemas.

A integração dos indicadores, elaborando um índice de vulnerabilidade socioambiental, serve a um papel importante para ajudar a entender os perigos naturais e desastres, e como a sociedade pode intensificar o ambiente construído (TATE, 2012). Segundo o autor, a validação de índices socioambientais urbanos, com dados de referência externa tem representado uma boa ferramenta, em grande parte porque a vulnerabilidade multidimensional e não diretamente observável.

O estabelecimento de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável perpassa por um conjunto de ferramentas e instrumentos, de forma integrada e holística. Nesse sentido, a proposição de indicadores e índice de vulnerabilidade socioambiental aparece como um ótimo caminho para compreensão e estabelecimento de ações planejadas para combate de riscos a sociedade.

2.3 Indicadores de análise da vulnerabilidade socioambiental urbana

A globalização trouxe uma nova perspectiva para os meios de produção e comunicação em todo mundo, propondo mudanças nas formas de estudo e compreensão do mundo. A ciência envolta da vulnerabilidade socioambiental consiste na integração multidisciplinar das áreas de conhecimento sobre o meio ambiente, a sociedade e economia, que propõem entender o porquê das populações têm interações com o risco, e quais fatores aumentam ou diminuem esse contato (MARIANO *et al.*, 2015).

Para compreensão da vulnerabilidade socioambiental, a composição dos elementos e fatores, por meio da integração dos indicadores ambientais, sociais e econômicos, são necessárias para perceber as influências e a possível aferimento da melhora na qualidade de vida.

Com base na compreensão dos indicadores e o modo de utilização sobre temas abrangentes, complexos e multidisciplinares, como a vulnerabilidade socioambiental urbana, diversos estudos realizados por pesquisadores e instituições, abordam com

recorrência, algumas literaturas e a sistematização de temas, com o objetivo de mensurar a vulnerabilidade socioambiental urbana. Dentre os sistemas de temas mais recorrentes estão a educação, saúde, trabalho, renda, demografia, habitação, segurança, infraestrutura, política e aspectos ambientais (relevo, clima, solo, cobertura vegetal e hidrografia) (DESCHAMPS, 2004; MMA, 2007; MENDONÇA, 2008; DESCHAMPS, 2009; HUMMELL, 2009; VEIGA, 2009; MARICATO, 2009; EMBRAPA, 2010; MENDONÇA, 2010; PNUD, 2010; KAMINSKI, 2012; RUEDA, 2012; IBGE, 2013; IPEA, 2015; OCDE, 2015; MALTA, 2018; VASCONCELOS, 2019).

Desta maneira, é importante fundamentar bibliograficamente cada um dos sistemas de temas mais recorrentes nos estudos da vulnerabilidade socioambiental urbana, uma vez que são os conjuntos de sistemas mais influentes para determinar a vulnerabilidade.

O sistema educacional de uma localidade pode representar o primeiro contato com as teorias e ações de cidadania, tornando o indivíduo capaz de refletir sobre sua própria existência, as condições em que vive e as relações políticas na gestão. Para Malta (2018), a educação pode retratar o nível de desenvolvimento socioeconômico de um país, pois, existe uma relação de influência nas características de formação, habitação e economia, uma vez que o indivíduo possui mais informação e conhecimento, melhores serão os hábitos relacionados a saúde, comportamentos reprodutivos, escolhas religiosas, de mobilidade, entre outros.

Sustentando essas ponderações sobre a educação, autores como Guimarães e Jannuzzi (2005), observam que o debate sobre melhoria e proteção das condições de vida da população perpassa pela educação, por proporcionar incrementos psicossociais e o senso crítico de entender ações para sua própria melhoria.

Nesse sentido, Soligo (2012) apresenta que a educação como indicador aparece em diversos estudos realizados por instituições globais, como a OCDE, UNESCO, FAO, OIT, OMS, UNICEF, entre outras, reconhecendo os limites de indicadores puramente econômicos e passando a compreender fatores que realmente influenciam na qualidade de vida.

O maior exemplo de contribuição da área da educação como indicador para estudos, é o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, integrando juntamente com a

renda per capita e a longevidade, que desde a década de 90, ofereceu estímulos ao entendimento da sociedade e a qualidade de vida (ROSSI, 2014).

Sistematicamente, os indivíduos interagem socialmente a fim de sobrevivência e desenvolvimento, sendo a educação uma de suas bases iniciais e fundamentais de consolidação. Nesse sentido, é fundamental propor a educação como indicador influenciador na vulnerabilidade socioambiental. Santos (2016), complementa que é no entorno educacional que a interação social se estende para além do âmbito familiar, estimulando a convivência direta com outros seres humanos, influenciando na incorporação de padrões de conduta, na assimilação de informações e na transformação da realidade.

Por sua vez, boa parte do processo educacional terá de ser analisado e por ela por base no desenvolvimento de todas as outras relações existentes na sociedade, sendo o “foco o conhecimento acessado, apropriado, construído, socializado e difundido” (SANTOS *et al.*, 2016).

Já quando abordamos a saúde como indicador de vulnerabilidade socioambiental, inclui-se elementos de acesso ao sistema médico, a qualidade, a prevenção, a longevidade da população, entre outros elementos. O grande desafio em relação ao uso da saúde como indicador, é a dificuldade de selecionar fatores que abordem a complexidade do conceito, trazido pela carta Constitucional, uma vez que para traçar indicadores que considerem a promoção e a prevenção da qualidade de vida, é necessário unir de forma integradora os aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos. Por isso, é importante inserir a saúde no rol de elementos atuantes e influenciadores da vulnerabilidade (FEITOSA *et al.*, 2015)

Nesse sentido, Dias *et al.* (2007) pondera que os indicadores de saúde representam tentativas de capturar e modular a enorme diversidade de níveis e dimensões da realidade, de modo a aproximar os gestores ao seu controle, seja a nível individual ou de grupo populacional.

Dentro dos grupos de indicadores da saúde, Malta (2018) diz que a Organização Mundial de Saúde - OMS considera a subdivisão em 3 agrupamentos: “saúde ou a sua ausência em um grupo populacional; condições do meio que têm influência sobre a saúde; humanos relacionados às atividades de saúde.” Nessa perspectiva, podemos compreender que a lógica de divisão dos indicadores de saúde é

feita no entendimento do estado do sistema de saúde, das condições do meio que se encontra e das pressões exercidas.

Com a continua mudança nos aspectos socioambientais, devido as pressões socioeconômicas, para considerar como o sistema de saúde pode influenciar e ser influenciada, requer avaliarmos que podem ser positivos ou negativos, diretos ou indiretos, a exemplo de diarreias resultantes do consumo de água contaminada ou infecções respiratórias com a exposição a poluição atmosférica (FRANCO NETTO, 2009).

Ainda segundo o autor quando cita Hales (2004), observa que entender a saúde como fator socioambiental, é mediado e modulado por um arranjo de elementos que se interagem e integram em escalas temporais e espaciais, como podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 1 Tipologia dos Impactos dos Ecossistemas na Saúde

SAÚDE	EFEITOS DIRETOS	EFEITOS MEDIADOS	EFEITOS MODULADOS	FALHAS NO SISTEMA
MECANISMO CAUSAL	Simple e diretos, ainda que relacionados à determinantes sociais e ambientais de médio e longo prazo	Determinantes ambientais com maior presença, alterando de modo mediado os ecossistemas	Causação complexa; maior visibilidade da presença dos determinantes sociais	Propriedades emergentes, efeitos limiares e de realimentação
ESCALA TEMPORAL	Dias	Semanas/meses	Anos/décadas	Décadas/séculos
ESCALA ESPACIAL	Local	Local/regional	Regional/nacional	Continental/Global
ESCALA QUANTITATIV	Dezenas/centenas	Centenas/milhares	Milhares/milhões	Milhões/bilhões
EXEMPLO	Prejuízos provenientes de eventos climáticos extremos ou alterações climáticas como inversões térmicas e/ ou eventos de poluição aguda	Transmissão de doenças notificáveis	Fome regional, conflitos e violências	Conectada aos sistemas socioecológicos resultando em pandemias ou desastres de larga escala de impactos

Fonte: Hales (2004); (FRANCO NETTO, 2009).

Para tanto, a Organização Panamericana de Saúde (2018), reitera que o desenvolvimento e utilização de indicadores da saúde não é um fim em si mesmo, mas uma ferramenta para observar, documentar e analisar o espaço ou a distribuição

temporal do que está sendo proposto, e dessa forma, esses indicadores têm por razão sua utilização na saúde pública como auxiliador na tomada de decisão.

Outros temas importantes para serem utilizados como indicadores são o trabalho e renda da população, porquanto, entregam informações socioeconômicas e o contexto da desigualdade de ocupação do espaço urbano. Os resultados dos indicadores de trabalho, compõem importantes funções nos sistemas de informações estatísticas de vários países, devido a sua amplitude de abranger análises do mercado de trabalho até as condições de vida dos trabalhadores, formando um reflexo comportamental e estrutural da economia (MALTA, 2018).

Schiavinatto (2011), por sua vez, aponta que o trabalho segue como principal instrumento no combate à pobreza, pois, é ele que gera remuneração financeira para qualificar outros segmentos socioeconômicos e acesso ao meio ambiente de maneira mais atraente. O autor ainda coloca a importância de investigar o trabalho de maneira mais profunda, devido a possibilidade de ascensão no sistema de classe social, além de estar conectada com a renda e educação.

Já em Druck (2011), os principais indicadores de trabalho demonstram uma sensibilidade a dinamicidade da economia, uma vez que momentos de crise e de recuperação no sistema capitalista são comuns e em diferentes escalas temporais e espaciais, exemplo dessa reflexão é a redução da taxa de desemprego e o aumento de empregados com carteira assinada no Brasil até a crise mundial de 2008.

Por sua vez, a complexidade que reside na possibilidade de articulação de indicadores de trabalho nos temas econômico e social, viabilizam uma apropriação multitemática nas questões socioambientais urbanas (SIMOES; FRESNEDA, 2016). A partir do entendimento das reflexões dos autores, é importante inserir o trabalho como influenciador no entendimento dos riscos ambientais.

Conectado ao trabalho está a renda da população, elemento definidor da estratificação urbana, indicando as desigualdades que são prejudiciais ao equilíbrio da realidade.

Ribeiro (2016), reflete que de maneira vertiginosa no debate público sobre o desenvolvimento urbano brasileiro, convencionou chamar de questão urbana a problemática que envolvia diversos setores e segmentos da sociedade que os dividiam, de acordo com a renda financeira dos grupos, sendo aqueles mais abastados os que

alcançavam mais atenções do estado e, por sua vez, melhores acessos a políticas públicas vantajosas. Nesse sentido, Neri (2011), aponta que grupos tradicionalmente excluídos representam parcela da sociedade que concentra pequena parcela de renda em todos os espaços, sendo os que normalmente encontram-se em estado de grande vulnerabilidade.

A OCDE (2015), preocupa-se como a renda pode impactar sobre a sociedade, afirmando que grandes desigualdades, poderiam estar relacionadas com o aumento do índice de violência e ao baixo crescimento econômico no baixo, médio e longo prazo. Com a renda representando um sistema fundamental para compreender a possibilidade de intensificar a vulnerabilidade, é importante trazê-la para o arranjo de indicadores que propiciam uma maior compreensão da vulnerabilidade socioambiental nos meios urbanos.

Conectado ao trabalho e renda, as constantes demográficas e de habitação também estão vinculadas às características econômicas da população, uma vez que a cidade é reflexo das ações da sociedade sobre o ambiente urbano, que se articula com a economia capitalista, compondo os manejos na organização do território urbano, independentemente de sua escala espacial (MONTE-MÓR, 2006).

Indicadores demográficos tendem a demonstrar a dinâmica de movimento e crescimento populacional, além de alertar para problemas socioeconômicos. No Brasil, país com a maioria da população concentrada em zonas urbanas (IBGE, 2010), tem um histórico de lutas por habitação, que sempre foram desiguais e degradantes para o meio ambiente.

Brandão (2016), explica que a origem desse exponencial crescimento urbano é marcado por um período de expressivo aumento industrial, caracterizado por políticas de nacional desenvolvimentismo, que estimularam uma concentração de empregos nos parques industriais localizados nos grandes centros urbanos. Atrelado a esse contexto, Brito et al. (2018) associa a falta de capacidade do meio rural em empregar, devido a inserção de técnicas mecanizadas e a uma nova lógica de produção no campo.

A expansão urbana brasileira foi marcada pela concentração nos grandes centros, principalmente, na região sudeste do país. Nesse sentido, Brandão (2016) afirma que mais de 87 milhões de habitantes residem em 25 centros metropolitanos,

representando um aumento da complexidade urbana e refletindo uma necessidade maior de prestação de serviços essenciais a vida da população.

O aumento populacional nas cidades, refletiu em alguns indicadores demográficos que demonstram o crescimento da população urbana, devido à proximidade de serviços e informações, como a queda da mortalidade infantil, o aumento da expectativa de vida, a diminuição da taxa de fertilidade e a melhora da taxa de alfabetização (MARICATO, 2009).

Além disso, a autora elogia os incrementos no saneamento básico e coleta de lixo. Os indicadores nos trazem uma percepção de melhoria na vida da população, contudo, esses avanços ainda são muito insuficientes para a qualidade de vida do povo.

A disparidade de planejamento e gestão nas cidades, influenciada pela desigualdade social, representa a causa de diversas problemáticas nos grandes centros urbanos, como a ocupação irregular do solo, o crescimento das favelas e o estabelecimento de moradias ilegais.

Nascimento (2015) ainda cita problemas urbanos voltados a constante produção socioespacial nas cidades, como a “ampliação da concorrência intercapitalista entre diferentes frações do capital, com efeitos nos diferentes espaços; e a reconfiguração constante da luta de classe”. Estas, refletem como o capital propõe uma redistribuição do valor e influência na dinâmica e espacialização das cidades. Entre essas ações, é necessário comentar sobre a produção de habitação, a produção imobiliária de grande e médio porte, a produção dos pequenos construtores, a produção informal e a produção ilegal (RODRIGUES, 2004).

Enfim, se faz necessário lembrar que o espaço é um bem natural, essencial a vida, efetiva obrigação de arranjar a cidade e a sua existência. O solo urbano é uma mercadoria particular. O preço do espaço urbano está relacionado com a propriedade provada e com base nas relações de produção, assim, o solo adquire um preço e a possibilidade de geração de renda aos proprietários e sobre lucros aos processos de produção (IPEA, 2016).

Refletindo essas características, a segurança pública no ambiente urbano torna-se fator importante para entender a vulnerabilidade socioambiental, uma vez que as

consequências da não promoção de cuidados e prevenções de riscos sociais, pode agravar a vulnerabilidade.

No Brasil, Durante e Zavataro (2007), observam que o uso de sistemas de indicadores para monitorar resultados e o desempenho das ações públicas ainda está em desenvolvimento, pois, a principal causa que dificulta o seu avanço, é a falta de obrigação legal e moral dos gestores públicos em prestar contas dos resultados obtidos, além dos dilemas quanto à definição da missão das instituições e do estado incipiente da cultura de avaliar os resultados das gestões públicas brasileiras.

Nesse sentido, Ribeiro e Patrício (2008), demonstram através do seu trabalho que é possível a construção de arcabouço conceitual que viabiliza a formulação de indicadores de monitoramento e avaliação para políticas públicas que viabilizem a redução da criminalidade e a melhoria da qualidade de vida no ambiente urbano. Destaca-se a possibilidade de integrar diferentes tipos de delitos e estabelecer uma relação temporal e espacial.

Por sua vez, Malta (2018) afirma que é importante correlacionar a polícia e a política de segurança pública, pois, esta última é mais abrangente e tem objetivos mais amplos que as organizações e práticas policiais. Compreendendo as afirmações dos autores, na geração de indicadores de segurança, é importante ter uma abordagem holística.

Já os indicadores infraestrutura urbana compõe elementos importantes por expressar as condições dos equipamentos e serviços urbanos, estando relacionados com a acessibilidade dos sistemas de mobilidade, saúde, meio ambiente, entre outros. Morais *et al.* (2018), pondera que uma infraestrutura urbana eficiente está associada com os melhores índices de desenvolvimento, porque é esse fator que melhora a capacidade de funcionamento dos fatores socioambientais.

A infraestrutura compõe a base para toda a dinâmica urbana, sendo o aspecto visual de toda produção do espaço e demonstrando a qualidade ambiental, como Malta (2018, p. XX), observa:

A infraestrutura urbana engloba informações como por exemplo: características do entorno do domicílio (iluminação pública, pavimentação, calçada, meio-fio/guia, bueiro ou boca de lobo, rampa para cadeirantes e logradouros); mobilidade; redes de abastecimento de água; saneamento básico, coleta de lixo; acesso a rede de serviços públicos (escolas, postos de saúde, parques e praças).

Queiroz *et al.* (2017), contribuem afirmando que as infraestruturas urbanas, se bem planejadas, executadas e monitoradas, possibilitam uma resposta às necessidades de bens e serviços públicos, uma vez que a cidade deve ser identificada como um ambiente destinado à habitação, ao trabalho e ao lazer humano. As autoras ainda concluem que os estudos acerca de indicadores infra estruturais revelam a importância de refletir sobre o planejamento e gestão, por ser uma das variáveis que influenciam as condições de vida da população.

Como fator socioambiental, a infraestrutura urbana aparece como elemento influenciador da vulnerabilidade, principalmente, por sua distribuição estar atrelada a questões socioeconômicas, contribuindo, contemporaneamente, para o aumento dos casos da COVID- 19, como apontam Olímpio *et al.* (2020), na perspectiva que os equipamentos e serviços urbanos não terem a capacidade de evitar aglomerações e de promover ambientes que diminuam a transmissão viral.

Já para Malta (2018), contempla que a relação de infraestrutura com a gestão pública, se demonstra precarizada quando observamos a falta de alternativas que o setor público dar a população quando ela ocupa localidades de risco, como próximos a margens de rios, inclinações acentuadas ou regiões de alagamentos.

Nesse sentido, Cunha *et al.* (2017), observa que a infraestrutura no Brasil sempre esteve aquém do necessário para preservar toda a população da cidade, colaborando para desigualdades socioterritoriais e expondo o meio ambiente urbano a degradações cada vez mais alarmantes.

Os autores continuam refletindo que a precarização da infraestrutura está ligada a falta de conectividade das propostas urbanas em planos e legislações, como o Estatuto da cidade e o plano diretor, significando pior resultados nos indicadores de infraestrutura e por sua vez, propiciando maiores vulnerabilidades socioambientais nos meios urbanos.

Assim, a participação da política como indicador socioambiental da vulnerabilidade da população, representa tanto uma perspectiva de participação social, como ações dos gestores na superação das dificuldades enfrentadas pela sociedade. Assim, Tiz (2016) identifica que os problemas advindos das pressões antrópicas no

ambiente urbano, perpassam pelos agentes políticos e gestores públicos, devido a necessidade de licenciamentos e alvarás, que para serem aprovados deveriam seguir recomendações e sugestões, com o intuito para diminuir os impactos sociais e ambientais.

Nesse sentido, Oliveira (2006), observa que todos os recursos e atividades políticas devem integrar os indicadores socioambientais, principalmente, quando é abordada ações que os órgãos executam.

Já autores como Vasconcelos (2019) e Rueda (2012), tratam que averiguar a política como indicador de vulnerabilidade e/ou sustentabilidade socioambiental urbana, é bastante complexo, devido à dificuldade integrar e condensá-lo junto aos outros indicadores na formulação de índices. Mas propõem que seja avaliado a participação da população nos momentos políticos, como eleições e audiências públicas.

Por fim, na seara dos aspectos ambientais, os indicadores destinados a compreender a vulnerabilidade, procuram ressaltar a relação sociedade/natureza, isto é, como o quadro natural inserido no meio urbano responde ao impacto humano e como reage a vida humana (MALTA, 2012).

Martins e Cândido (2015), acrescentam que é fundamental incluir os indicadores ambientais na análise da vulnerabilidade da população urbana, pois, são elementos sensíveis e muito difíceis de serem melhorados posteriormente. Assim, podemos compreender a complexidade de inserir os indicadores ambientais em um índice socioambiental.

Exemplo dessas relações, é o que cita Mendonça (2010) sobre os sistemas hidrometeorológicos em relação aos espaços urbanos brasileiros, pois, as cidades, especialmente aquelas situadas na faixa leste do país, em episódios sazonais (verão prolongado) de inundações e conjuntamente a deslizamentos de terra são flagrantes. Soma-se o número de vítimas fatais, perdas econômicas e futuras complicações infra estruturais, além do aumento da vulnerabilidade social da população.

A necessidade de investigar os elementos ambientais e integrá-los nos sistemas de indicadores é o caso de Maceió, no estado de Alagoas, onde existe um desequilíbrio geológico e pedológico do terreno nos bairros Pinheiro, Mutange, Bebedouro e Bom Parto, causado por operações de empresa mineralógica, afetando de forma tão intensa

que os moradores tiveram que sair de suas casas, devido ao risco de desmoronamento (CPRM, 2020).

Além disso, Santos *et al.* (2020), exprime que a preocupação na relação sociedade/natureza tem que ser constante, uma vez que tanto o crescimento vertical e horizontal, trazem impactos aos elementos ambientais, seja no primeiro caso como o aumento da temperatura, aumento do sombreamento pela diminuição com o contato com o sol, ou no segundo caso pelo crescimento desorganizado afetar elementos sensíveis como as áreas de proteção permanente – APP.

Essa pressão antrópica em ambientes urbanos vem causando impactos diretos e indiretos nos aspectos ambientais, Huggenberger e Epting (2011), explicam que a cidade já é um espaço antropizado, e quanto mais diminui os elementos naturais, maior é a perda de qualidade de vida, pois, aumenta a temperatura média, diminui a sensação de bem-estar e entre outros fatores.

2.4 Modelos de sistematização de indicadores

Com o avanço das tecnologias da informação e comunicação, a sociedade contemporânea tornou-se um objeto de estudo bastante dinâmico, visto que as transformações acontecem de maneira rápida e composta por incertezas nos seus resultados. Para tanto, essa questão compõem uma dificuldade para os estudos entre a sociedade e natureza, e por sua vez, aumenta a complexidade de agregação dos indicadores socioambientais.

Para auxiliar na interpretação dos fenômenos, Malta (2018), observa que existem modelos de avaliação do cenário socioambiental, capazes de compreender o estado, as pressões e os efeitos de resposta, utilizando diversas escalas e níveis, melhorando a interpretação dos mais variados tipos de arranjo de indicadores. Para tanto, é interessante observar a evolução dos métodos e ferramentas que pode ser utilizado para análise da vulnerabilidade socioambiental.

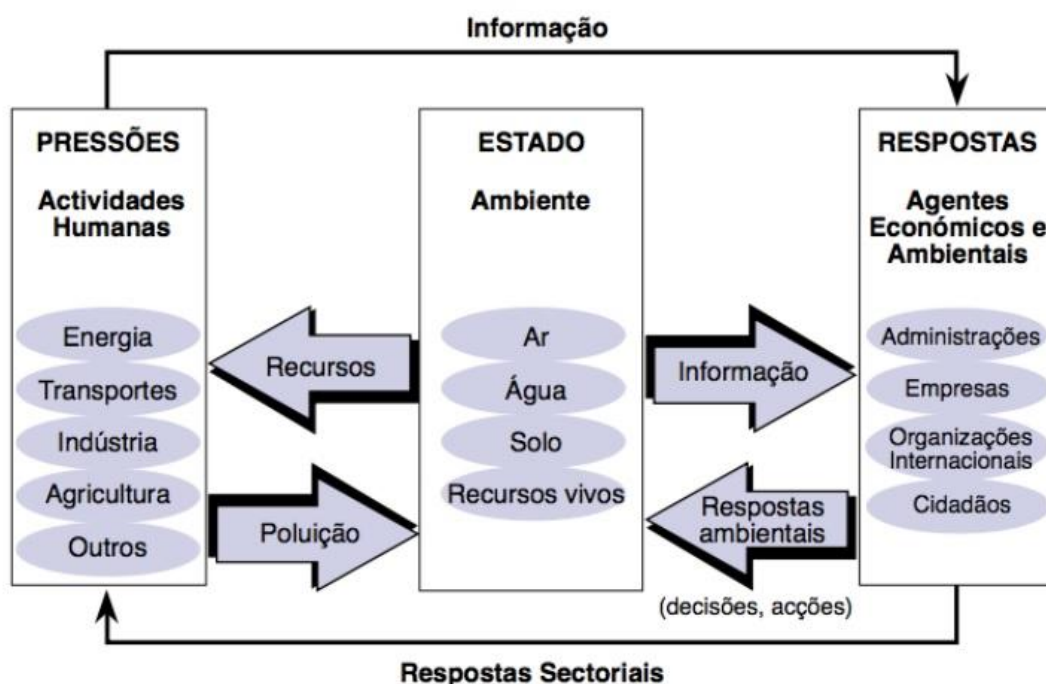
O pioneirismo na formação de indicadores voltados para análise das relações sociedade/natureza provém de um sistema tradicionalmente conhecido como estresse-resposta, pela qual a sistematização das informações, visa facilitar a comunicação para um público mais amplo, em diferentes variações dessa estrutura original (FIRMO; MONTEIRO, 2010)

Autores como Fernandes e Barbosa (2011), ressaltam a utilização do modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), desenvolvido pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento), como o sistema mais aceito em pesquisas, devido aos seus aspectos de causalidade, onde as ações antrópicas exercem pressões sobre o meio ambiente (Estado) e gerando respostas a partir das interações, mudando a qualidade do local. Assim, Fachada (2018), fundamenta cada conceito utilizado no modelo, como:

- Indicadores de Pressão: caracterizam as pressões sobre os sistemas ambientais e podem ser traduzidos por indicadores de emissão de contaminantes, eficiência tecnológica, intervenção no território e impacte ambiental.
- Indicadores de Estado: refletem o estado do ambiente resultante das pressões exercidas num dado espaço/tempo (indicadores de sensibilidade, risco e qualidade ambiental).
- Indicadores de Resposta: avaliam as respostas da sociedade às alterações e preocupações ambientais, bem como à adesão a programas e/ou implementação de medidas ambientais (indicadores de adesão social, de sensibilização e de atividades de grupos sociais importantes).

A OCDE (1993), definiu a estrutura de funcionamento dos indicadores de forma que eles se integrem, relacionem e demonstrem respostas para compreensão do fenômeno estudado. A estrutura do PER pode ser observada na Figura 3.

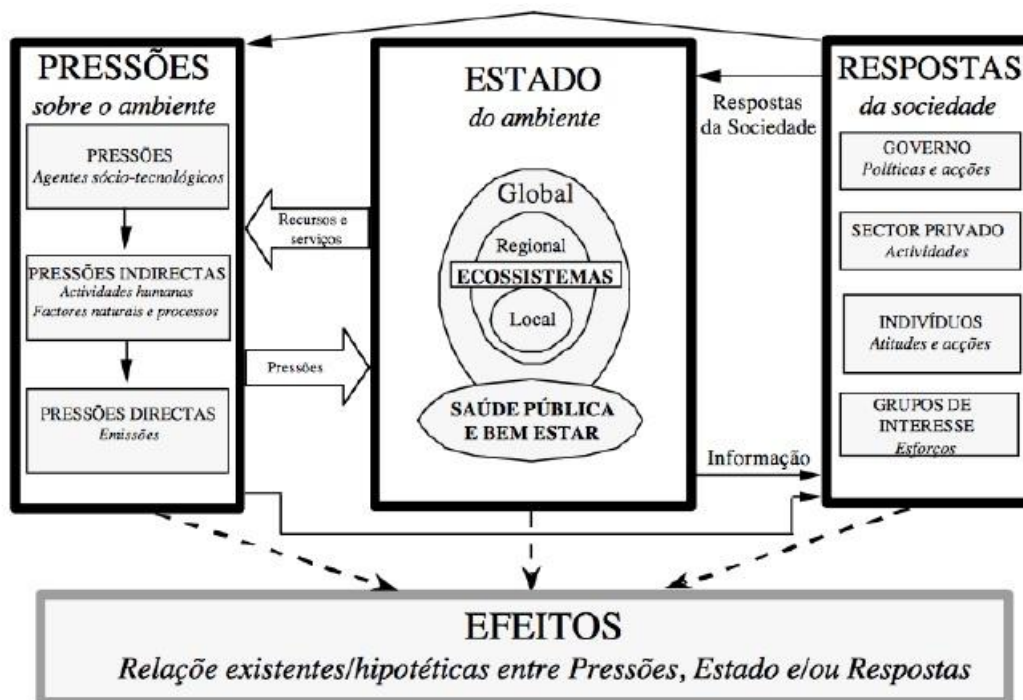
Figura 3 Estrutura do modelo Pressão-Estado-Resposta



Fonte: OCDE (1993)

Posteriormente a publicação da OCDE sobre o modelo PER, a Agência de Proteção do Ambiente Norte Americano, apresentou outro modelo chamado Pressão-Estado-Resposta-Efeito. A inclusão do termo efeito ao modelo, permite avaliar as relações existentes entre os indicadores de pressão, estado e resposta, complementando e definindo critérios com mais profundidade no estabelecimento de objetivos e políticas públicas (SILVA, 2008). Esse novo termo, permite que o sistema se mantenha dinâmico, podendo ver sua estrutura na Figura 4.

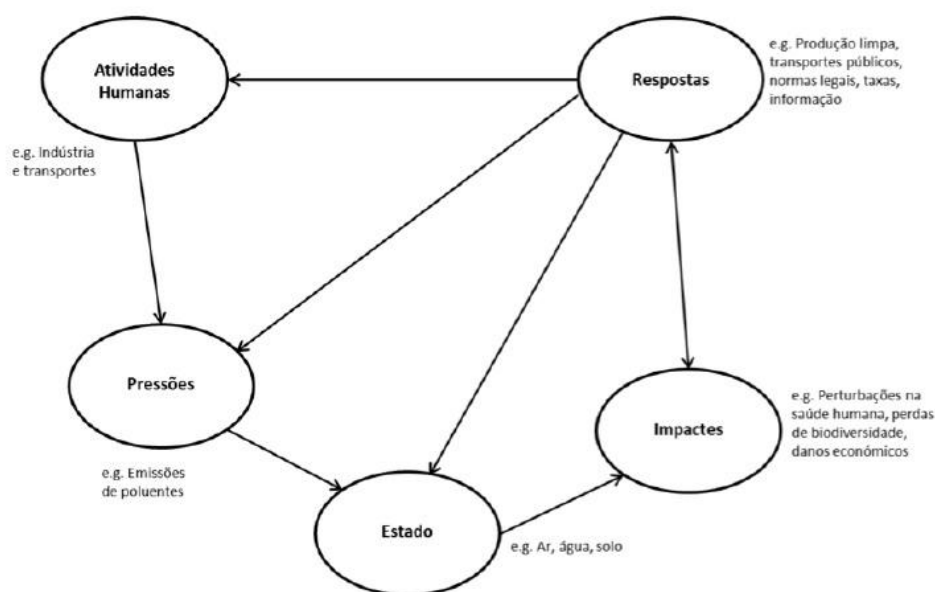
Figura 4 Estrutura do modelo Pressão-Estado-Resposta-Efeito



Fonte: OCDE (1993).

Já a Agência Europeia do Ambiente propôs um modelo conceitual para avaliar os problemas socioambientais, o DPSIR (Figura 5), que deriva do PER e acrescenta as Forças Conductoras, como valores da sociedade humana que geram as pressões. Além disso, existe a inclusão do termo impacto, considerando os elementos que exigem ações de respostas nos diferentes setores (FACHADAS, 2018).

Figura 5 Estrutura do modelo Forças Condutora-Pressão-Estado-Impacto-Resposta.



Fonte. OCDE (1993).

Para além destes modelos supracitados existem diversos outros para a estruturação de indicadores socioambientais. A escolha de indicadores deve seguir alguns critérios, como a adequação a metodologia de análise do problema, facilidade na identificação das causas, pressões, estado, impactos e resposta, além do nível e estrutura de detalhamento propostos (MALTA, 2018).

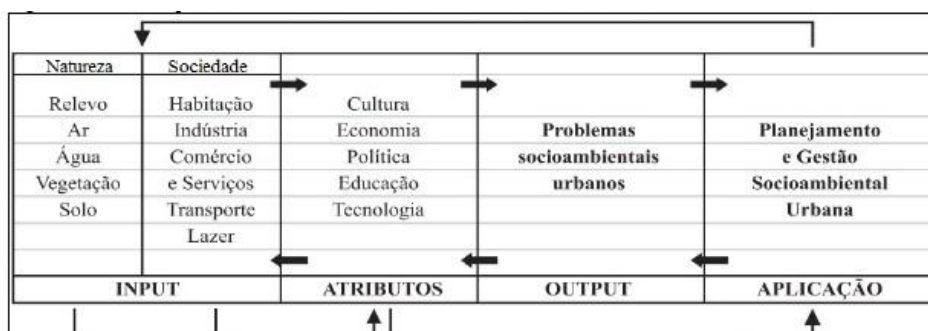
A proposição para análise da vulnerabilidade socioambiental urbana, a lógica do índice composto, que conforme Fachadas (2018), envolve a seleção, compilação e integração de diferentes sistemas de elementos que congreguem dados e informações que possuem a capacidade de compreensão da vulnerabilidade e uma interpretação mais facilitada do fenômeno.

É neste sentido que Mendonça (2004, 2004a), propôs no início deste século um Sistema Socioambiental Urbano – SAU, com perspectivas interdisciplinares de avaliação e contribuição teórico/metodológico. Mendonça (2010), avalia que é um promissor campo de investigação e de grande contribuição a utilização do sistema, uma vez que contribui para equacionar os elementos sociais e naturais, visando a solução de problemas urbanos.

De maneira prática, o SAU (Quadro 2) pretende-se a articular com o contexto dos países em desenvolvimento, como o Brasil, pois, não se considera as condições pré-existent, visto que já são extremamente excludentes, além do mais, “trata-se de um

conceito relacionado à adaptação e consiste em variações individuais em resposta aos fatores de risco, e refere-se, em geral, à capacidade de um ambiente”.

Quadro 2 Sistema Socioambiental Urbano – SAU.



Fonte: Adaptado Mendonça (2004)

O S.A.U configura-se da seguinte maneira (Quadro 3):

Quadro 3 Configuração do SAU

Input	Fluxos de matéria e energia, tanto de ordem natural quanto derivados dos processos sociais. Ele é então composto pelo Subsistema Natureza e pelo Subsistema Sociedade, podendo ser ainda subdividido em vários subsistemas, tais como os Subsistemas N (relevo, ar, água, vegetação e solos) e Subsistemas S (habitação, indústria, comércio, serviços, transporte, lazer).
Output	São as instâncias sociais (Subsistema Sociedade) que imprimem a dinâmica / movimento do sistema ambiental na cidade. Neste âmbito prevalecem as características pertencentes à superestrutura da sociedade (economia, política) e a cultura da população que a constitui, além da educação e da tecnologia. As manifestações abruptas, episódicas e impactantes da natureza também aparecem como importantes dinamizadores do S.A.U.
Atributos	Aqui aparecem os vários problemas resultantes da interação entre os vários subsistemas e subsubsistemas do S.A.U., e que demandam a atenção da população, dos governantes, da sociedade organizada e das instituições.
Aplicações	Nesta particularidade do S.A.U. devem ser estudadas e elaboradas as propostas para o equacionamento dos problemas socioambientais urbanos. A solução dos mesmos terá implicação direta na qualidade de vida das populações envolvidas, o que promoverá uma alteração do input, dos atributos e do output do S.A.U por intermédio de mecanismos de feedback.

Fonte: Mendonça (2010)

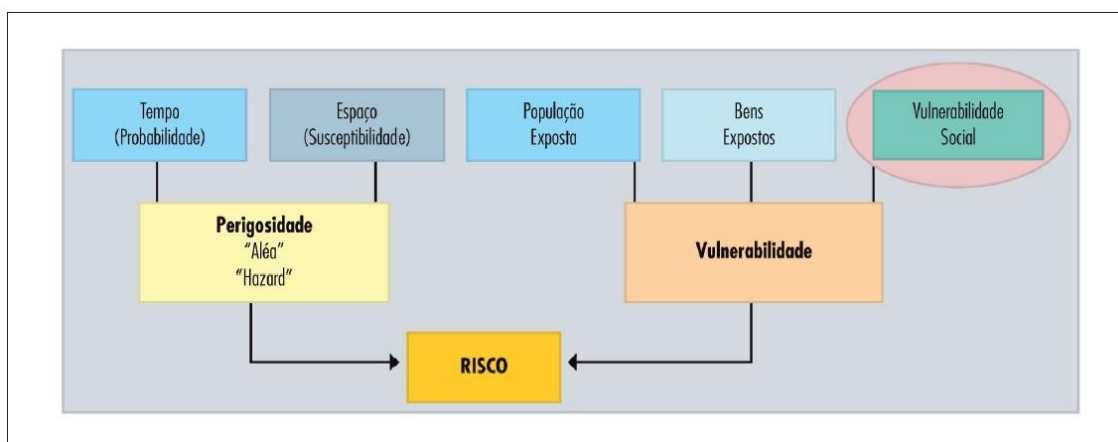
A utilização do S.A.U, é bastante promissor devido ao fator de adaptação a realidade do Brasil, considerando o contexto bastante vulnerável existente e a perseguição de elementos mais resilientes para estruturação do ambiente urbano, com a utilização de indicadores e a formação de índice.

Para construção do índice composto, é necessário determinar e fundamentar com base em teoria, análise empírica, pragmatismo ou apelo intuitivo, para que após a sua definição, devam ser normalizadas e ponderadas (SINGH *et al.*, 2012). Estes autores ainda concluem que a utilização do índice composto envolve a seleção de vários

métodos, ferramentas e técnicas em diferentes escalas do processo de desenvolvimento. Exemplo da utilização do índice composto, no âmbito da sustentabilidade é o USI, desenvolvida por Zhang (2002) com base em 22 indicadores individuais no contexto da China urbana, integrando elementos de estado urbano, coordenação urbana e potencial urbano (MALTA, 2018).

Para estudos sobre a vulnerabilidade socioambiental em países luso-brasileiros, é aplicada a metodologia voltada para índice de vulnerabilidade aos processos naturais e tecnológicos de risco ao meio urbano. Apoiado nesse princípio, Cutter (1996, 2001 e 2011), apresenta uma sistematização de elementos e fatores baseados na estrutura de eventos perigosos possam ocorrer no ambiente urbano, considerando o tempo, ambiente físico, criticidade da população e capacidade de suporte a eventos de risco (Figura 6), por meio de casos passados e presentes, bem como sua repetição no futuro. Em outras palavras, análise da distribuição de vulnerabilidades socioambientais pelo território. Este mapeamento ocorre pela perigosidade (vulnerabilidade ambiental) e vulnerabilidade social, para posterior integração dos elementos.

Figura 6 Vulnerabilidade e Risco



Fonte: Adaptado de CUNHA *et al.*, 2011.

Para análise dos aspectos físicos do ambiente urbano no tempo e no espaço, a autora reconhece que a produção de mapas temáticos que integrem elementos para tais riscos, composta basicamente por mapas físicos, sendo elas: áreas de proteção permanente, cobertura vegetal, hidrográfica, uso da terra, entre outros.

Já para os aspectos sociais, é utilizado o termo “vulnerabilidade social”, associado a elementos da sociedade, o nível de resiliência ou resistência dos indivíduos e comunidades expostos a eventos de risco, assim, desenrolam-se em dois elementos: criticidade e capacidade de suporte (MENDES *et al.*, 2009). Freitas e Cunha (2013),

concordam que a criticidade é o conjunto de capacidades individuais e coletivas, correlativas ao comportamento, onde a sociedade pode romper com o sistema; já o segundo é o conjunto de infraestrutura e suporte humano que permite a reação em casos de desastres.

Para além de uma análise multiescalar, essa metodologia proposta por Cutter (1996, 2001, 2011), apresenta uma forma de análise da vulnerabilidade socioambiental, focado nos riscos naturais e tecnológicos (antrópicos), podendo ser compartimentado em diferentes escalas, mas demonstrando que os riscos e vulnerabilidade são locais (FREITAS; CUNHA, 2013).

Nesse sentido, Mendes *et al.* (2011), descreve que utilizando a referida metodologia, cada localidade terá características territoriais próprias, sejam elas socioeconômicas, políticas, culturais e ambientais, induzindo a resultados diferentes de lugar para lugar e de acordo com a escala utilizada. Contudo, o modelo global demonstra-se ser consistente, permitindo a definição de planejamentos e gestões de mitigação de riscos e medidas de proteção para o meio socioambiental.

Para tanto, na era das tecnologias da informação e comunicação, muitos tipos de dados e uma infinidade de procedimentos estão ao alcance de nossas mãos para seleção, integração e análise de indicadores.

A cartografia da vulnerabilidade, as geotecnologias, principalmente os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), são fundamentais, não como instrumentos de produção temática apenas, mas, acima de tudo, por sua capacidade de integração de informações e de modelagem dos diferentes fatores e elementos de risco (FREITAS e CUNHA, 2013, p. 18). Na Geografia, muitos trabalhos visam à modelagem dos fenômenos relativos as relações sociedade e natureza.

As geotecnologias aplicadas podem melhorar e expandir o entendimento da dinâmica no espaço urbano, além de permitir localizar onde as pessoas estão e o que elas fazem de valor sobre o espaço a ser organizado (ILIEVA; MCPHEARSON, 2018).

As geotecnologias aparecem como ferramenta de integração de um variado número de informações e dados, permitindo a manipulação, análise e geração de resultados para serem aplicados no manejo do território. Santana (2014) explica que o geoprocessamento é fundamental para realização de diagnósticos e prognósticos urbanos, pois permite a aquisição, compilação em banco de dados, e integração de todos

os elementos necessários para compreender a realidade, e através dos resultados, fornece elementos para uma gestão mais sustentável.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) faz parte do conjunto de ferramentas do geoprocessamento, sendo de grande valor para trabalhar com dados espaciais, uma vez que compreende um conjunto de algoritmos que são uma revolução de como analisamos o meio ambiente, de forma ativa, integradora e dinâmica (BAJJALI, 2017).

O SIG como conjunto de ferramentas é ideal para propor modelos de planejamento e gestão, utilizando a realidade dinâmica de organização existente na cidade. Veiga (2010, p. XX) indica que:

O desenvolvimento tecnológico da informática propiciou a utilização desse instrumento para análise de dados, utilizando modelos de simulação sobre os processos físicos. Os estudos de uma determinada área com uso de SIG, permitirá potencializar as análises da realidade, com vista ao planejamento territorial sustentável. Os dados possibilitarão análises das situações e tendências do sistema urbano, assim como para o monitoramento do seu processo evolutivo, contribuindo de forma significativa nas tomadas de decisões.

A possibilidade da criação de modelos e índices para planejamento e gestão da cidade, é instrumento norteador para práticas sustentáveis, fornecendo uma simulação dos projetos que a cidade poderá desenvolver. Manso (2020) projeta que a utilização de modelagem através das ferramentas e técnicas de geoprocessamento, são uma pré-condição para o estabelecimento de cenários para políticas urbanas sustentáveis, por proporcionar as condições exatas da cidade.

Sobre retratar as reais condições da cidade, Santana (2014) insere que é fundamental uma caracterização fiel das condições do território urbano, considerando todas as variáveis que podem influenciar e ser influenciadas na dinâmica urbana, integrando aspectos naturais, socioeconômicos e culturais atuantes na transformação do espaço urbano.

O SIG proporciona a atualização de dados e informações sobre a cidade de maneira rápida, como a utilização do sensoriamento remoto, que propicia a obtenção de informações de maneira remota, empregando sensores que possibilitam informações sobre topografia, vegetação, solo, hidrografia, infraestrutura, uso do solo, entre outros (ROSA, 2009).

3 Conhecendo a cidade de Garanhuns - PE

O espaço geográfico é a amostra da superfície da terra que abriga as sociedades humanas, integrando os recursos naturais e os pontos para sua exploração e consumo. Não se trata apenas de um palco ou produto finalizado, mas dinâmico e em contínua transformação pelas ações naturais e humanas (UBIRAJARA, 2015).

Diante dessa visão, a caracterização e o conhecer dos espaços se torna imperativo em estudos na Geografia, uma vez que compõe a paisagem os meios naturais e as atividades humanas que a interferem, seja o relevo, vegetação, solo, indústria, urbanização, entre outros.

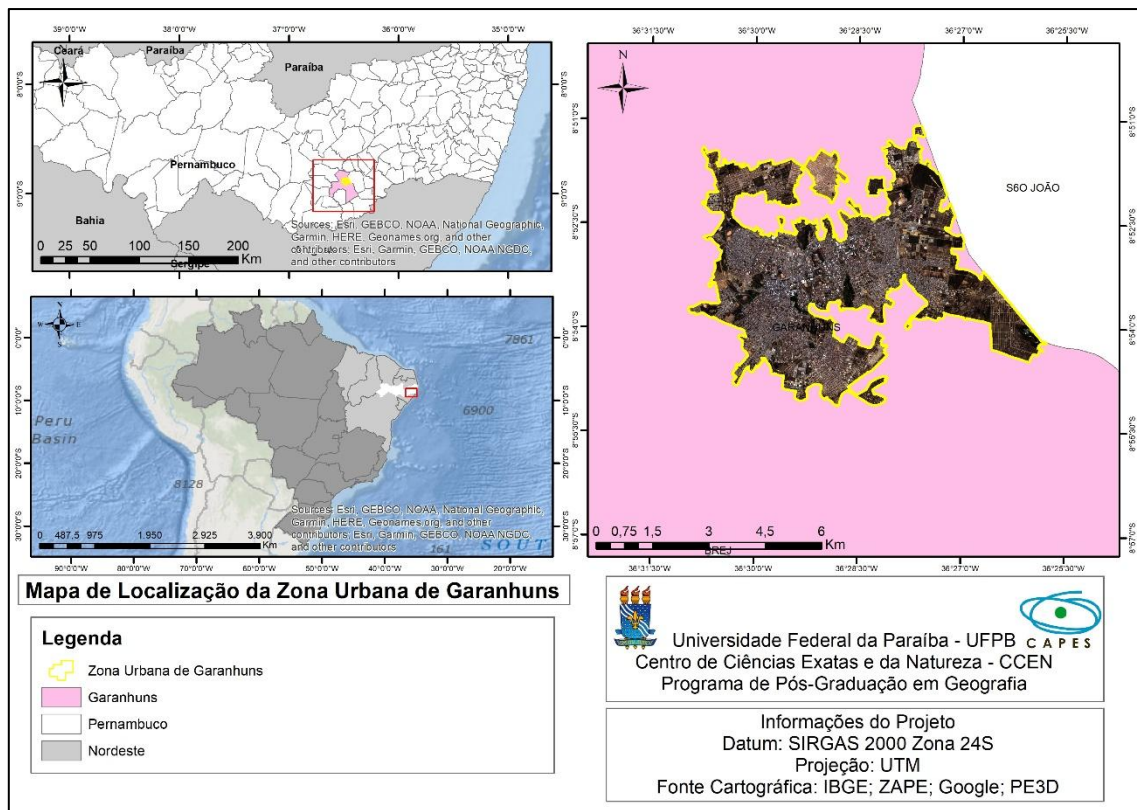
Desse modo, a produção do espaço geográfico depende da natureza, assim, Ubirajara (2015), descreve que a partir da exploração e do aproveitamento dos recursos naturais, o ser humano desenvolve as suas atividades para a sua reprodução e sobrevivência.

Nesse tópico, iremos abordar uma caracterização do objeto de estudo, a cidade de Garanhuns, tanto as suas características físicas, humanas e as construídas, demonstrando que é uma localidade que potencializa algumas vulnerabilidades socioambientais.

Garanhuns, é um município localizado no agreste meridional do Estado de Pernambuco, distanciado a 225km de Recife, situado na microrregião com o seu mesmo nome e sendo a principal e a maior cidade. A população atual está por volta de 140 mil habitantes (IBGE, 2022), mas um nível de influência de mais 500 mil em torno das cidades vizinhas (UBIRAJARA, 2015).

Seus limites territoriais são ao norte as cidades de Caetés, Capoeiras, Jupi e São João; a oeste Caetés, Saloá e Paratama; ao sul Terezinha, Lagoa do Ouro, Brejão, Correntes e Palmeirina. Os acessos utilizados para chegar a Garanhuns são todos terrestres, pelas BRs 232, 423, 424 e 104, embora conte com um aeroporto que não está em amplo funcionamento. Possui uma área territorial de 458,552 Km², desses 7,20 km² para o perímetro urbano e 451,878km² para a zona rural, sendo 0,50% de Pernambuco e está entre os paralelos 8° 52' 0''/ 8° 56' 0'' S e os meridianos 36° 2' 30''/ 36° 31' 30'' W (Figura 7).

Figura 7 Mapa de Localização do Município de Garanhuns - PE

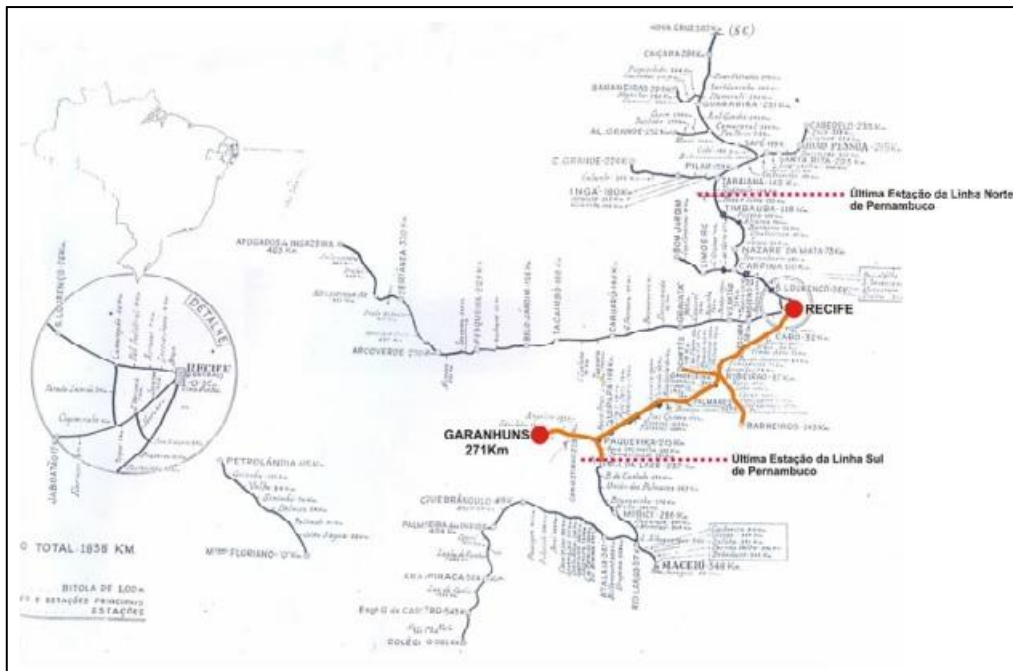


Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Como referido, a cidade de Garanhuns é polo de sua meso e microrregião no Estado de Pernambuco, constituindo parte atuante em seus fluxos de integração, o que atrai um grande fluxo de pessoas das cidades circunvizinhas e de outras regiões e Estados, devido a ampla oferta de serviços utilizado pela população, como centros educacionais, médicos, transporte, oferta de empregos, dentre outros aparelhos essenciais a vida das pessoas (BELO, 2009).

Esse cenário em Garanhuns é derivado de um longo processo histórico de transformações e produção do espaço, gerando um certo nível de desenvolvimento para a região. Amador (2012), contribui afirmando que o quadro geral da economia do município sempre foi reflexo de dois fatores, a agropecuária e o comércio, os quais foram alavancados pela estação ferroviária em 1887 até 1971 (Figura 8).

Figura 8 Mapa Ferroviário, destaque para Linha Sul de Pernambuco



Fonte: Cordeiro e Esposito, 2009.

Cordeiro e Esposito (2009), explicam que a estação ferroviária (Figura 9) transformou a realidade econômica e urbana do município de Garanhuns e região, pois resultou de uma evolução do comércio com novos estabelecimentos, a construção de novas empresas, exportadoras e escritórios, além do aumento das feiras e seus respectivos produtos, como também a construção de hotéis e aumento do fluxo turístico para a cidade em busca do seu clima mais ameno.

Figura 9 Antiga Estação Ferroviária de Garanhuns

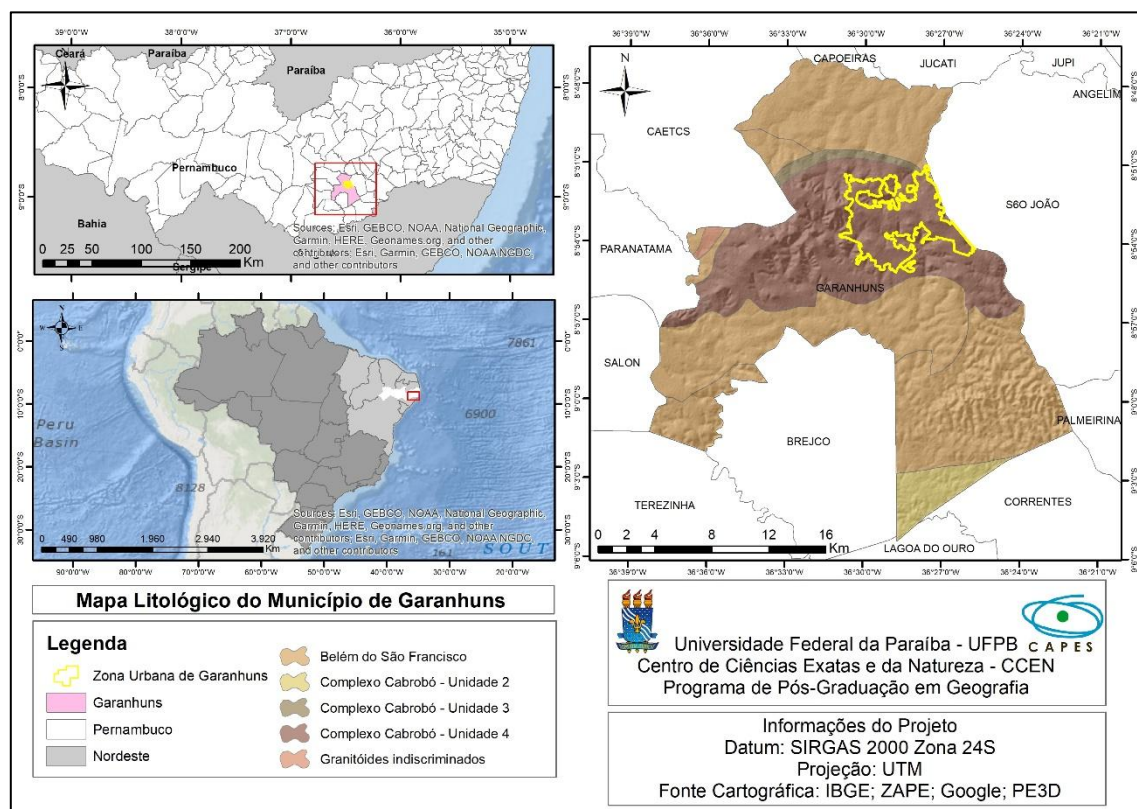


Fonte: DPC - Fundarpe

Atualmente, Amador (2012), em seu artigo sobre os parques urbanos do município de Garanhuns, explica que as atividades econômicas estão ligadas com o setor terciário, que cresce de acordo com o fluxo de demandas proporcional do que as pessoas buscam na cidade. Segundo a autora, esse fluxo atua como agente impulsionador do crescimento urbano, no qual atua diretamente no aumento de vulnerabilidades socioambientais, como os processos erosivos.

Já sobre os processos físico-naturais, Andrade (2003, 2009), afirma que o município possui uma estrutura geológica a base de materiais ígneos e metamórficos do Pré-Cambriano, caracterizado por formações em tempos antigos que forma acometidas por dobramentos e falhamentos, se relacionando com a compartimentação do planalto da Borborema. Podem ser observadas cinco sínteses da estrutura geológica do município de Garanhuns: o complexo de Belém do São Francisco, os complexos de Cabrobó – unidades 2, 3 e 4, além dos granitóides indiscriminados (Figura 10).

Figura 10 Mapa Litológico de Garanhuns - PE



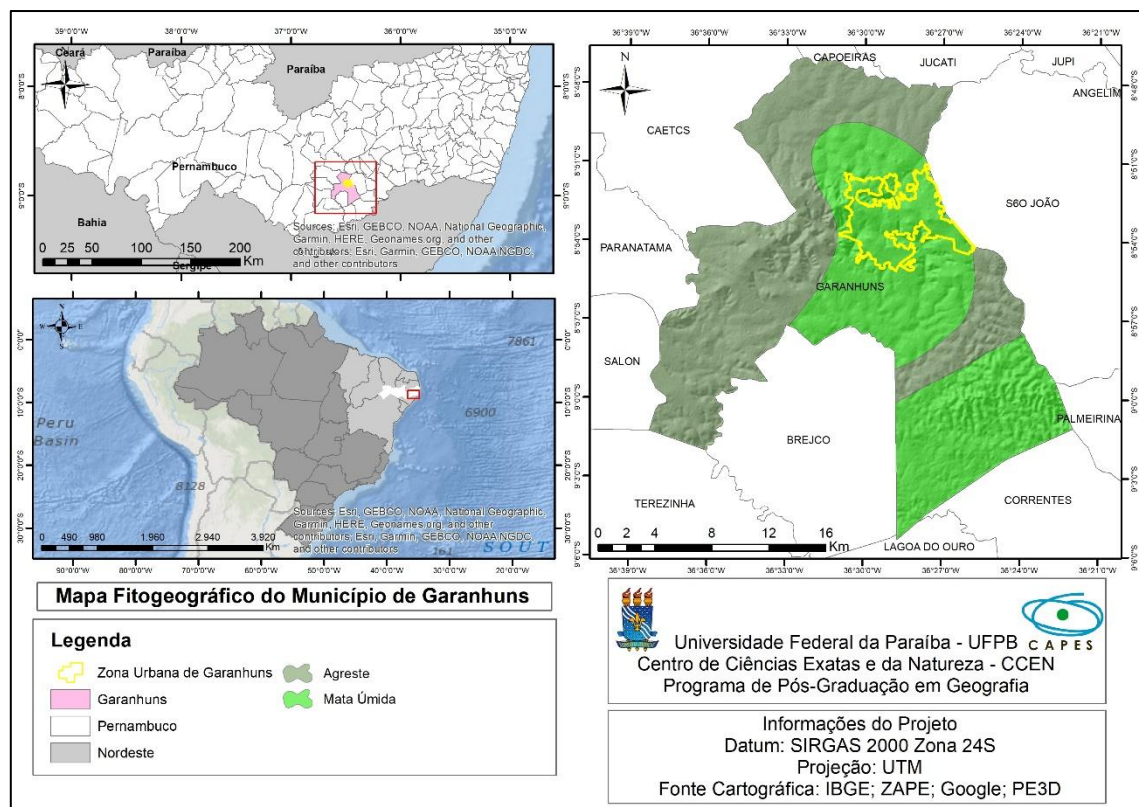
Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Toda as estruturas geológicas são basicamente datadas do Éon proterozóico, da Era mesoproterozóica e do Período esteniano, com a idade variando de 1.010 máxima

até 1.001 bilhões de anos. São compostos por rochas metamórficas, formadas a partir do metamorfismo regional e plutonismo. São materiais relativamente resistentes.

Além disso, Barbosa *et al.* (2016), explica que o município está em uma zona de transição ambiental (Figura 11), entre o Agreste com características mais semiáridas e a Mata Úmida, uma vez que apresenta características de clima tropical quente e úmido, como também o tropical quente e seco, não sendo possível determinar os valores extremos de cada um dos climas.

Figura 11 Mapa Fitográfico de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Autores como Deus (2021) e Barbosa *et al.* (2016), convergem para caracterizar a vegetação primitiva do município, composta por floresta subperenifólia, caatinga hipoxerófila e floresta subcaducifólia, contudo, devido ao grande avanço da pecuária e crescimento urbano, a cobertura original vem se transformando para pastos ou bosques artificiais.

A temperatura média anual na cidade de Garanhuns é de 21 °C, enquanto a média pluviométrica anual varia em torno de 751 – 1000 mm (COSTA, 2018).

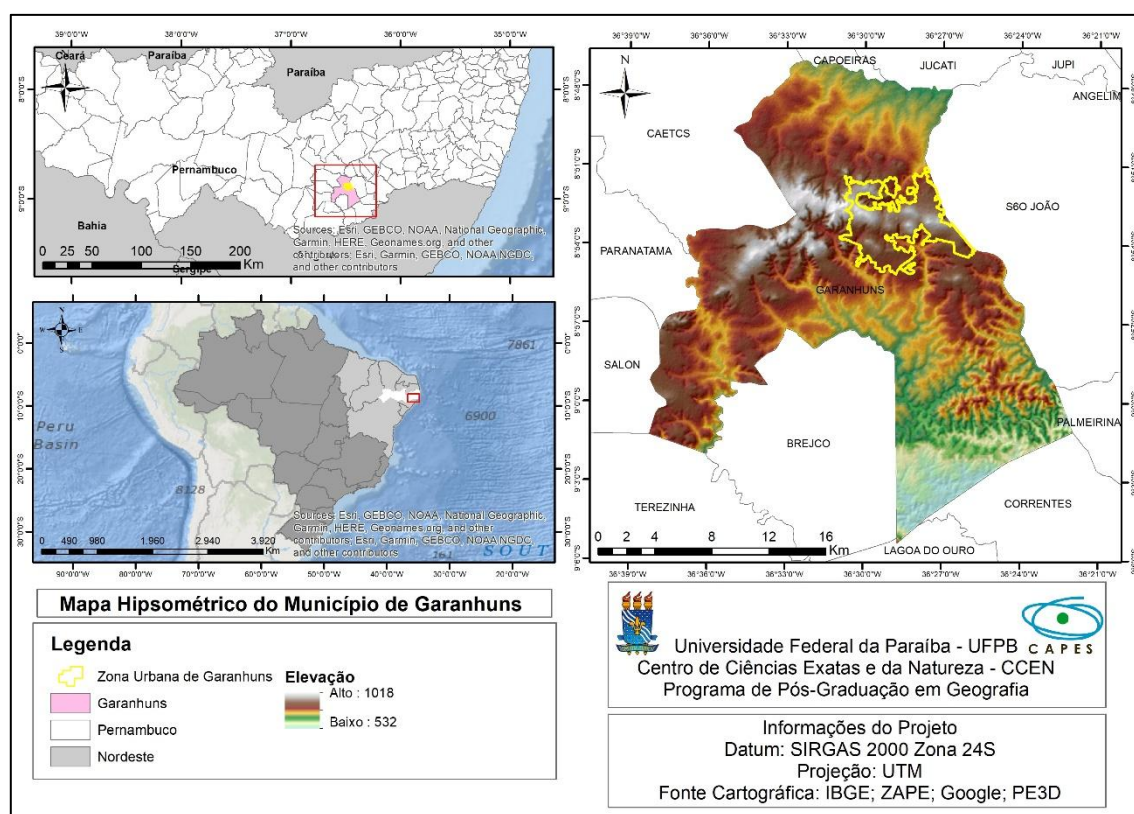
De acordo com a classificação estabelecida por Köppen, o município de Garanhuns está inserido nos climas dos tipos AS (Tropical seco) e BSh (Tropical

úmido). Segundo Gomes (2015), as maiores precipitações concentram-se no período de fevereiro a julho, o que corresponde a cerca de 73% de toda precipitação anual.

Ainda segundo Gomes (2015), esse período de chuva acontece devido os distúrbios de leste, que atrelados com os sistemas de convergência dos alísios e as brisas terrestres, intensificam a precipitação, principalmente no período noturno.

As altitudes no município de Garanhuns (Figura 12) variam entre 532 e 1018 nas mais altas. Sendo estas últimas mais próximas da realidade da zona urbana, proporcionando um clima mais ameno durante o ano todo, uma vez que o ponto mais alto fica na cidade, conhecido como o Alto do Magano que encontra-se a mais de 1000 metros.

Figura 12 Mapa Hipsométrico de Garanhuns - PE

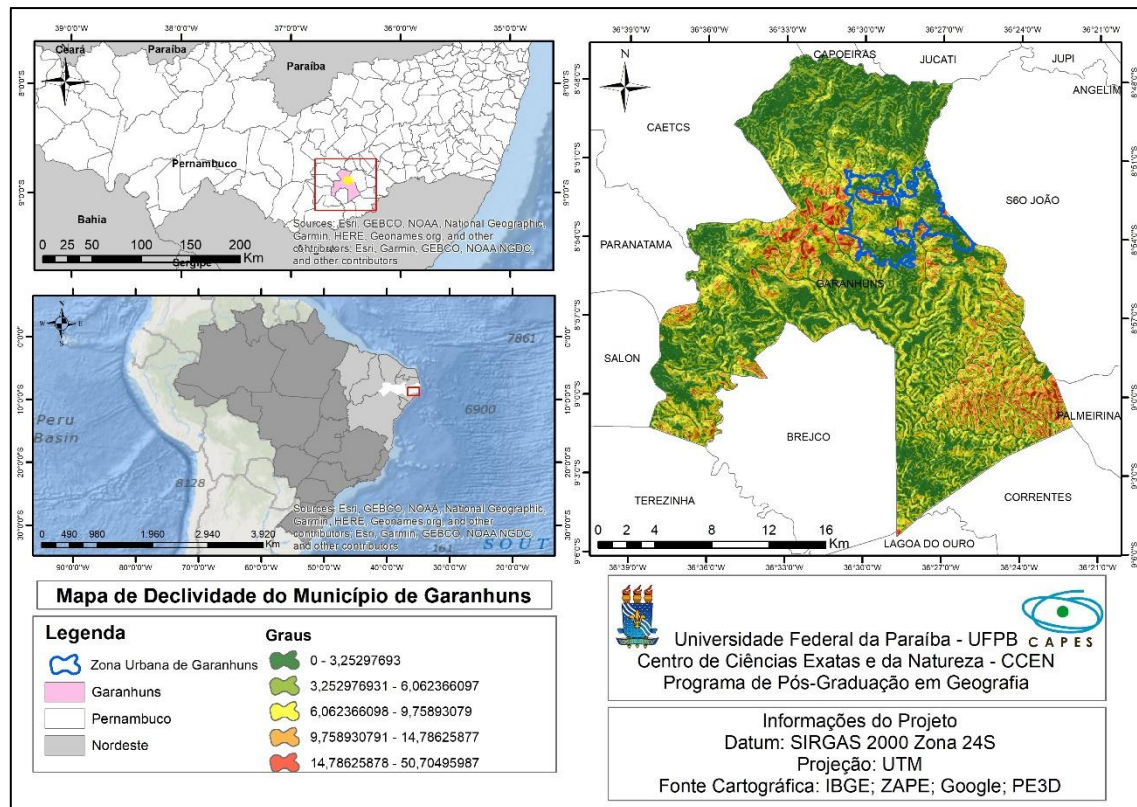


Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

O relevo do município de Garanhuns, remonta em sua maioria a uma característica marcada por serras e morros (Figura 13), a sua zona urbana fica em um vale, cercada por colinas, o que lhe confere uma beleza cênica bastante característica. Nestas regiões, é comum encontrar ruas íngremes, com aclives e declives acentuados, o que pode representar um desafio para a mobilidade urbana.

No entanto, o relevo de Garanhuns também oferece algumas vantagens para a cidade, como o clima ameno e a presença de nascentes de água que abastecem a região. Além disso, a topografia acidentada contribui para a formação de belas paisagens e atrai turistas para a cidade.

Figura 13 Mapa de Declividade do Município de Garanhuns – PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Podemos perceber por meio do mapa, que ao norte de Garanhuns, temos um relevo mais plano e duas regiões se concentram mais características mais arredondadas, a área mais central e a sudeste, próximo dos municípios de Correntes e Palmeirina.

No aspecto hídricos, o município está inserido na unidade de planejamento do Mundaú de bacias hidrográficas G14, no qual alguns dos seus rios banham o município, sendo alguns deles: Canhoto, Inhaúmas, Riacho do Mel, Corrente, Conceição e Salgado (CONDEPE/FIDEM, 2011). Além disso, a cidade de Garanhuns é abastecida através de três barragens: a Inhúmas, Mundaú e Cajueiro, sendo esta última a maior e principal.

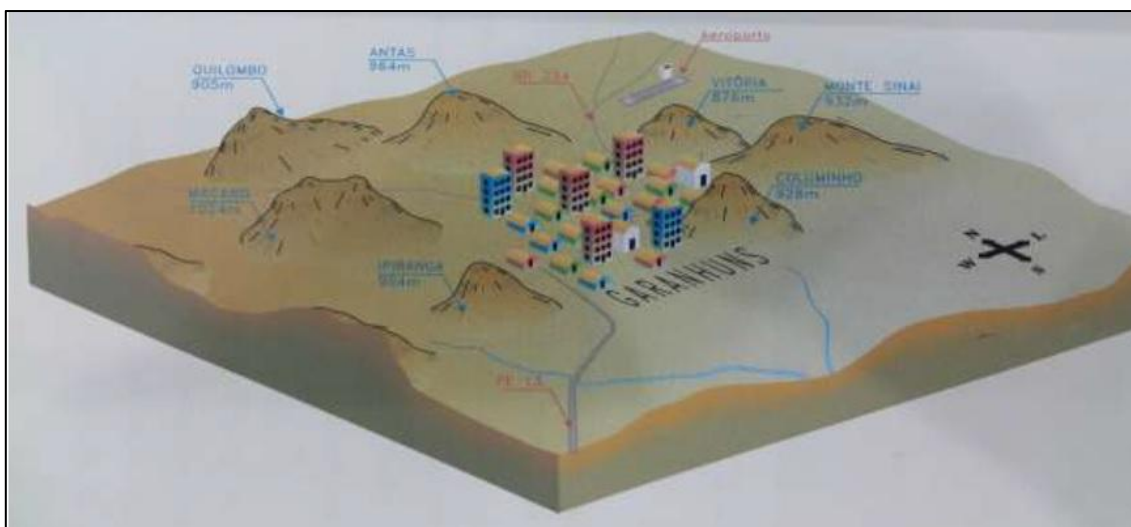
3.1 Urbanização de Garanhuns - PE

A cidade de Garanhuns, fundada em 1811 por portugueses e negros vindos fugidos da perseguição holandesa no litoral, tem seu processo de urbanização marcado

por períodos econômicos que denotaram o seu crescimento, exemplo o apogeu e queda do café, a ferrovia, entre outros.

Deus (2021), sugere que a expansão urbana na cidade de Garanhuns foi acentuada a partir da década de 1950, quando ela deixa de ter um difícil acesso por conta da sua localidade geográfica entre os pontos mais altos do planalto da Borborema (Figura 14), passando a ser convergência de interesses com a chegada do trem em 1887 e a construção das estradas que ligavam as capitais Recife e Maceió.

Figura 14 Disposição gráfica das sete colinas



Fonte: Ubirajara (2015).

É o que destaca Ubirajara (2015) em sua tese, ao defender que a vinda do trem para a cidade de Garanhuns, acelerou a sua dominância na região, pois permitiu a transformação em um grande polo de desenvolvimento, entreposto de compra de produtos para a região, atraindo um fluxo de pessoas, armazéns e até do exterior. Reforça-se que ao transporte ferroviário também é ferramenta de disseminação de ideias e valores, difundindo atitudes, ações e definições de poder.

Atrelado a força do transporte férreo, a localização geográfica estratégica de Garanhuns, com seu clima ameno e grande disponibilidade de recursos hídricos, foram os grandes potencializadores para a ocupação inicial e sua expansão, marcadas por processos dinamizadores da economia, resultando em um aceleração urbano (SOARES; TROLEIS, 2018).

Melo *et al.* (2013), reflete que a cidade de Garanhuns tem um período de relevante destaque de crescimento, principalmente, a partir do ano de 1982, quando a

cidade possuía por volta de 76 quilômetros de perímetro urbano e 28 anos depois, em 2010 tem 192 km de perímetro, cerca de 161% de aumento.

Com os fatores para expansão urbana destacada em Garanhuns, a cidade desenvolveu uma estrutura de serviços de alimentação e hospedagem decorrente do aumento do fluxo de pessoas, além do seu decorrente crescimento, começou a ser tornar um polo para toda região que perduram até os dias atuais. É o que corrobora Ubirajara (2015), ao explicar que Garanhuns tem acentuado sua expansão nos últimos anos, sendo observado o surgimento de novos bairros, as atividades intensas de imobiliárias e construtoras na criação de novos loteamentos e residenciais, os quais são presentes na urbanização de Garanhuns de forma recente.

Assim, surge a necessidade de organizar e criar legislações acerca do meio urbano e sob esta cidade que tem um contínuo de crescimento. Sobre o Plano Diretor da cidade de Garanhuns, instituído no ano de 2008, através da Lei Municipal de n. 3620, como instrumento da política urbana e ambiental, dispondo de diversas resoluções e normas infra estruturais sobre construções e caminhos (Anexo I). Importante salientar que o referido plano diretor já prepara visões importantes em relação a conservação, preservação, recuperação e sustentabilidade das áreas urbanas e prevenções contra possíveis riscos nas relações sociedade e natureza.

Contudo, existe uma discussão atual sobre a atualização do referido plano diretor, com convocações para reuniões com diversas camadas da sociedade no primeiro semestre de 2022. Entre as atualizações, discute-se o relaxamento das medidas em relação as construções realizadas no perímetro urbano, entre elas o aumento da capacidade das edificações para mais de 3 andares.

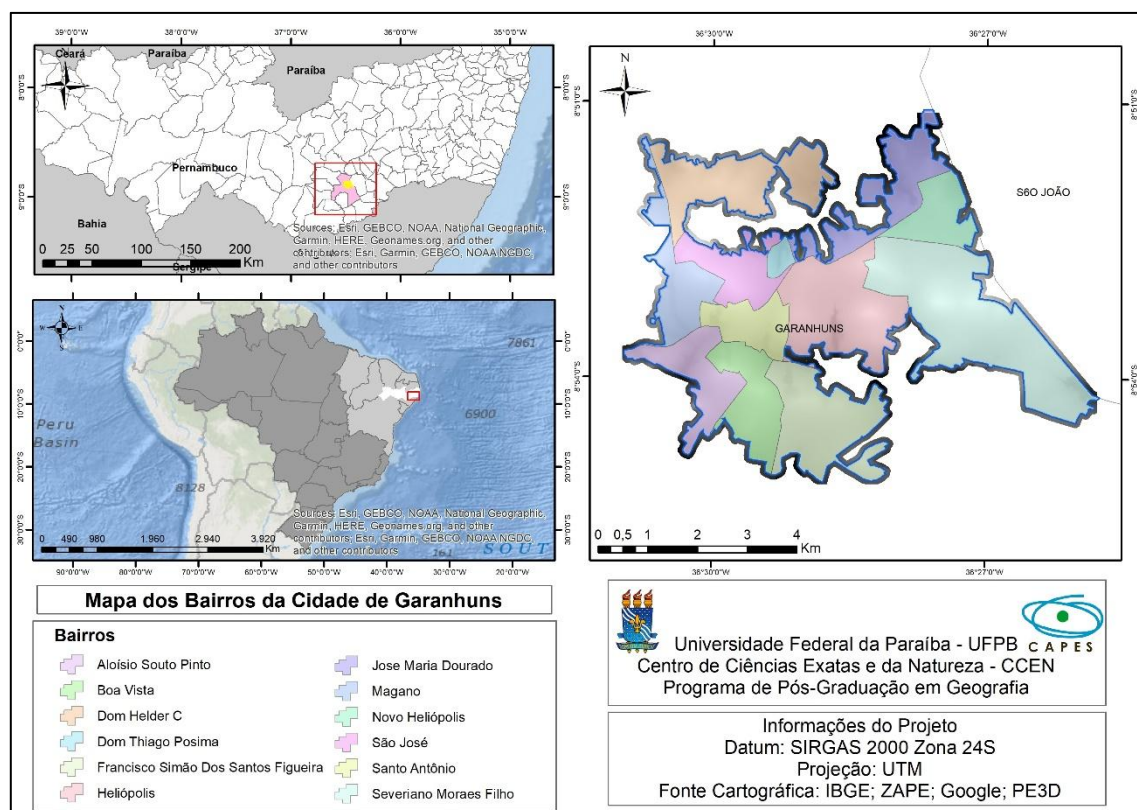
A cidade de Garanhuns dispõe de oito Conselhos Municipais, sendo eles: Defesa dos Direitos da Pessoa com Deficiência – COMUD; de Assistência Social – CMAS; Defesa de Meio Ambiente – CODEMA; de Saúde; Trânsito e Transporte; Direitos da Criança e do Adolescente – COMDICA; Direito dos Idosos; e o FUNDEB. Pela pesquisa feita até o presente momento, todas são atuantes e participam junto as respectivas secretarias municipais das decisões e fiscalizações das obras e ações públicas.

Nesse sentido, Azambuja e Corrêa (2015), explicam que no decorrer das últimas décadas, tem apresentado um aumento acentuado nas taxas de expansão, no qual, em primeiro momento, resulta na construção de diversos conjuntos residenciais

apontados para às classes mais baixas, conhecidas como COHAB's, e, em outro momento, surgem os condomínios fechados destinados as classes média-alta, de acordo com o interesse imobiliário.

Atualmente, Garanhuns conta com 12 bairros (Figura 15), sendo eles: Heliópolis, Aloizio Souto Pinto, Boa Vista, Vila do Quartel, Dom Helder Câmara, Francisco Figueira, José Maria Dourado, Novo Heliópolis, Santo Antônio, São José, Dom Thiago Postime e Severiano Moraes Filho.

Figura 15 Mapa dos Bairros de Garanhuns



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Contudo, essa intensa expansão da cidade de Garanhuns mostradas nos últimos parágrafos, apresenta problemas de diversas dimensões, podendo ser percebidos de forma direta ou indireta, sem muita dificuldade por vezes, dando apenas um simples passeio pela zona urbana.

Garanhuns é uma cidade de médio porte localizada no estado de Pernambuco, no Nordeste do Brasil. A economia da cidade é diversificada, mas tem como base a agricultura, o comércio e o turismo.

No setor agrícola, destaca-se a produção de flores, frutas, verduras e legumes, além da criação de bovinos, suínos e aves. A cidade possui uma grande variedade de culturas, como milho, feijão, mandioca e café. É possível observar esta realidade, pois quase todos os dias da semana existe uma feira livre em cada bairro de Garanhuns.

O comércio é outro setor importante na economia de Garanhuns. A cidade é um polo comercial na região, com uma grande variedade de lojas, supermercados e *shopping centers*. Além disso, a cidade é conhecida por seus eventos de moda e beleza, que atraem consumidores de toda a região.

O turismo é um setor em expansão na cidade, especialmente durante o Festival de Inverno de Garanhuns, que ocorre todos os anos no mês de julho. O festival é um dos maiores eventos culturais do Nordeste, com uma programação diversificada que inclui shows musicais, exposições de arte, teatro e dança.

Além disso, Garanhuns tem uma rica história e patrimônio cultural, com vários monumentos, museus e igrejas históricas que atraem turistas interessados em conhecer a história da cidade.

A população ativa economicamente de Garanhuns é composta por cerca de 62 mil pessoas, de acordo com dados do IBGE referentes ao ano de 2020. Dessa população, aproximadamente 54,5% estão empregados e 5,5% estão desempregados, enquanto os outros 40% estão ou não estão em busca de trabalho.

O setor de serviços é o que mais emprega na cidade, com cerca de 55% da população ativa economicamente trabalhando nessa área. Em seguida, o setor agropecuário emprega cerca de 30% da população, e o setor industrial emprega cerca de 13%. (Fonte: ???)

É importante destacar que a população ativa economicamente de Garanhuns é bastante diversa, com uma ampla variedade de ocupações e profissões. Além dos setores mais tradicionais da economia, como a agricultura e o comércio, a cidade também tem um crescente setor de serviços, incluindo o turismo, que tem se mostrado uma fonte importante de emprego e renda na região.

De acordo com a literatura, esses fenômenos de crescimentos urbano se explicam quando a cidade tem fatores de atração que fazem com que agregue diversas possibilidades de meio de vida devido aos seus serviços público ou privados, além de

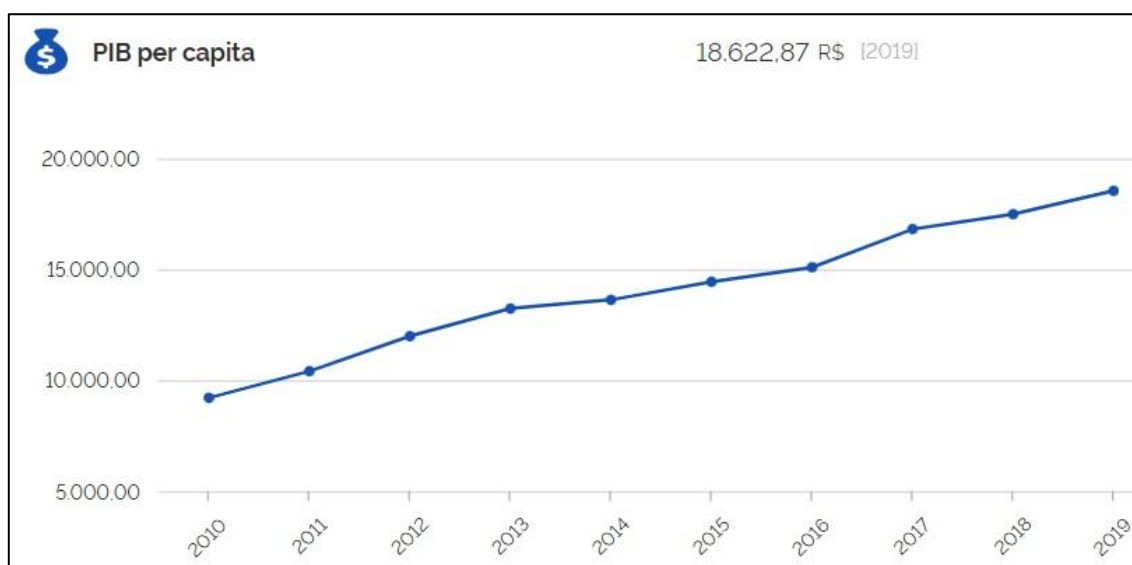
sua qualidade de vida. Como por exemplo a capacidade empregatícia da cidade de Garanhuns, que sofre em relação a queda do trabalho formal, uma vez que o município apresentou no ano de 2020 um total de 344 admissões e 437 demissões, em 3.874 estabelecimentos, totalizando um déficit de 93 empregos (CAGED, 2020).

A situação atual da cidade de Garanhuns se assemelha com a nacional, maioria da população está entregue ao trabalho informal, sendo no objeto de estudo sendo apenas cerca de 25 mil pessoas com ocupação (IBGE, 2020), uma proporção de 17% em relação a população total. Esse dado demonstra que a maior parte da sociedade de Garanhuns está entregue a informalidade, gerando uma subjetividade na seguridade social.

Além disso, segundo o IBGE (2020), o salário médio é de 1,7 salários-mínimos mensais. Nesse sentido, temos uma realidade difícil para maioria da população em Garanhuns, encontrando uma insegurança social e com médias salariais mais baixas.

Contudo, sobre o Produto Interno Bruto - PIB per capita de Garanhuns, o IBGE (2020), aponta avanços em relação aos seus valores (Figura 16). Vale salientar que o PIB per capita é a riqueza que toda a cidade gera em um determinado período, sendo o mais recente avaliado para cidade de Garanhuns em R\$18.622 (sugiro colocar por extenso).

Figura 16 Evolução do PIB per capita de Garanhuns- PE (2010-2019)

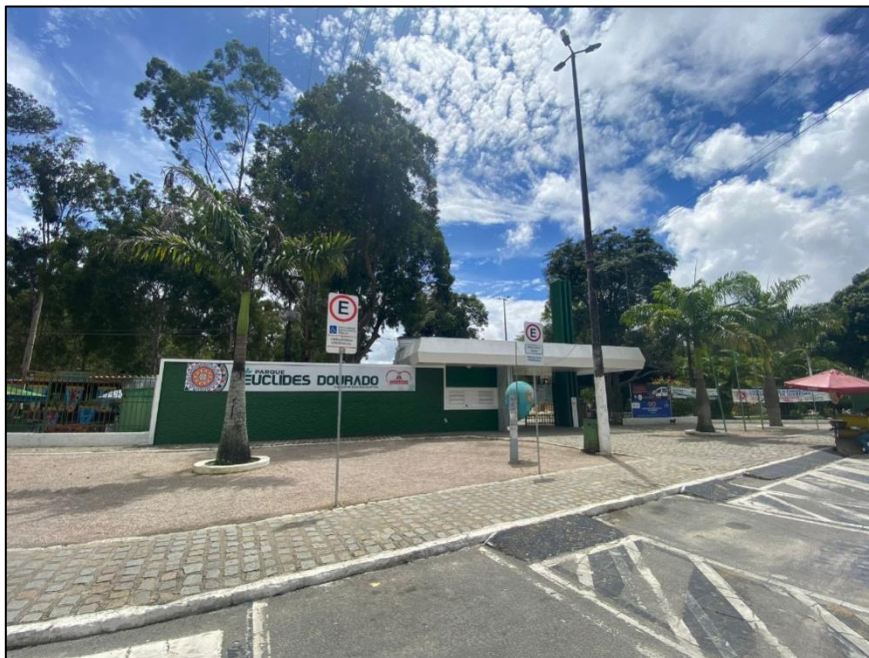


Fonte: IBGE, 2020.

Assim, compreende-se que a cidade de Garanhuns é uma cidade que enfrenta problemas em relação ao trabalho e renda para a maioria da população, embora tenha o seu PIB per capita avançando ano após ano.

Contudo, a cidade é rica em objetos urbanos que propõe uma melhor qualidade de vida. Objetos muito importantes para melhoria do espaço público, pertencimento e entretenimento da população são os parques e praças públicas. Exemplo desses objetos urbanos são os dois parques públicos, o Parque Euclides Dourado (Figura 17), localizado no bairro de Heliópolis, e o Parque Ruber Van Der Linden (Figura 18), situado no Bairro Santo Antônio.

Figura 17 Parque Euclides Dourado em Garanhuns - PE



Fonte: Autor, 2023.

Figura 18 Parque Ruber Van Der Linden em Garanhuns - PE



Fonte: Autor, 2023.

Importante observar que os parques estão localizados em dois bairros mais centrais da zona urbana de Garanhuns, o Centro e Heliópolis, concentrando a maior quantidade de obras públicas e atenção por parte dos governantes. Contudo, é válido salientar que os dois parques têm sua área de influência em quase toda cidade de Garanhuns, restando só algumas áreas periféricas da cidade.

Sob essa mesma perspectiva, a cidade de Garanhuns conta com mais de 20 praças públicas distribuídas pela cidade, alguma delas como a praça Deolinda Silvestre Valença (Figura 19), conta com academia popular, área de convivência, paisagismo e playground infantil.

Figura 19 Praça Deolinda Silvestre Valença em Garanhuns - PE



Fonte: Autor, 2023.

Além disso, é necessário mencionar outras 3 praças, a Mestre Dominginhos (Figura 20), onde ocorrem os shows dos grandes Festivais de Inverno e o Viva Garanhuns, a da praça da Fonte Luminosa (Figura 21) pelo seu grande aporte turístico e a do Relógio das Flores, sendo um grande símbolo turístico para a cidade.

Figura 20 Praça Mestre Dominginhos em Garanhuns - PE



Fonte: Autor, 2023.

Figura 21 Praça da Fonte Luminosa em Garanhuns - PE



Fonte: Autor, 2023.

Ubirajara (2015), explica que Garanhuns tem diversos fatores de atração, tanto climáticos quanto posicionais, infraestrutura e serviços, como é o exemplo da estrutura educacional e da saúde, conferindo uma área com condições para o desenvolvimento de diversas atividades econômicas.

Dentre essas atividades educacionais que podem proporcionar o desenvolvimento econômico, cita-se a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, obtendo cursos destinados a produção agropecuária; a Universidade de Pernambuco – UPE, com diversas licenciatura, medicina, psicologia, dentre outros; a Autarquia Municipal de Garanhuns – AESGA, com cursos de direito, engenharia civil, arquitetura, administração, dentre outros; o Instituto Federal de Pernambuco – IFPE, com diversos cursos técnicos; além de várias instituições privadas que fornecem uma camada de cursos para o desenvolvimento da cidade.

Pode ser observado que existe uma concentração de praças nas regiões mais centrais da cidade, sendo em contrapartida uma falta de influências de praças nas áreas mais periféricas. A explicação para esse fenômeno é a pouca difusão de planejamento para criação de áreas de entretenimento nas regionais mais marginais pela pouca concentração de pessoas nas localidades. É o que demonstra Deus (2021), com os relatos da defesa civil de problemas relacionados a processos erosivos, expansão

descontrolada e sem planejamento em diversos pontos da cidade. Ainda segundo o referido autor, essas problemáticas podem ser atribuídas à lógica de produção do espaço urbano, representando um processo de configuração espacial problemático, desordenado e carente de planejamento. Ferreira (2019, p. 19), contribui a explicação, afirmando:

O Processo de produção e reprodução do espaço urbano em Garanhuns, cidade do Agreste de Pernambuco, revela no mesmo movimento, tanto o sentido geral da produção e reprodução do espaço mercadoria e seus corolários, como suas feições particulares dentro de uma totalidade mais ampla, a da urbanização sob a supremacia do capital financeiro.

Um dos problemas socioambientais mais evidentes no contexto de ambiente e expansão urbana na cidade de Garanhuns são derivados dos processos erosivos, capazes de destruírem os arruamentos, casas e, infelizmente, causar danos físicos e até a vida da população (Figura 22). Assim, Deus (2021), exprime que não é incomum passear pelo centro da cidade e encontrar voçorocas em estágio avançado de erosão, preocupando a moradias, empresas e até a vida.

Figura 22 Grande processo erosivo na Avenida Senador Paulo Guerra – Garanhuns - PE.



Fonte: Autor, 2023.

Assim, é observador por autores como Deus (2021) e Costa (2018) que o processo erosivo é formado em grande parte pela falta de saneamento básico e canalização das águas pluviométricas. Nesse sentido, segundo informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, Garanhuns apresenta 12,93% da sua população total com acesso a esgotamento sanitário básico, sendo a média do

Estado de Pernambuco a cerca de 40%. Informação bastante preocupante, pois, apenas 1/10 tem acesso, outras com destinação a fossas e outras sem adequação, impactando na saúde sanitária da população e pressionando o atendimento público em postos e hospitais.

Além disso, Garanhuns detém cerca de 70,5% da cidade sem atendimento de coleta ou tratamento dos resíduos sólidos. Assim, é possível perceber que Garanhuns está em constante estado de alarme em relação ao seu sistema sanitário, ocorrendo diversos riscos na proliferação de doenças, áreas de alagamento devido ao entupimento de bueiros e aumento de animais transmissores de doenças.

Sobre o recolhimento dos resíduos sólidos, segundo Silva *et al.* (2016) afirma que a população urbana de Garanhuns tem a capacidade de gerar mais de 4.100 toneladas anualmente, além disso, seu único aterro é compartilhado entre outros municípios. O referido aterro sanitário está de acordo com todos os requisitos com Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco, obtendo todas as licenças necessárias.

Arcoverde e Araújo (2013), explicam que é notável o esforço da empresa e seus agentes contratados para manter o funcionamento do serviço, são 24 horas no ar realizando a limpeza das calçadas e vias, contudo, a população ainda não se esforça para fazer sua parte e solucionar os problemas. Ainda é possível observar que, nos locais onde a empresa terceirizada faz a coleta dos resíduos, o recolhimento é regular, entretanto, nas localidades onde não há rotas traçadas pelos caminhões de coleta, principalmente nas periferias e margens de BRs, existe uma acumulação de lixo, podendo até causar acidentes e queimadas.

Contudo, quando se fala no abastecimento de água para a população urbana, a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), afirma que toda a cidade de Garanhuns tem acesso aos serviços de abastecimento de água (SNIS, 2020). O consumo médio per capita é abaixo da média nacional e o preço pelo metro cúbico (m³) de água é 2,55% menor que no Brasil. Assim, o consumo médio per capita é calculado para 99,5 l/habitantes/dia e a tarifa média de água é 4,19 R\$/m³. O sistema de abastecimento também se mostra eficiente, pois, o prestador mede o consumo de 96,95% das economias de água, sendo que todos os estabelecimentos possuem hidrômetros para

marcação. Contudo, o sistema ainda perde 23,27% da água captada na rede antes de chegar nos estabelecimentos (SNIS, 2020).

Além disso, a falta de conscientização da população local, agindo como catalizador dos processos erosivos de caráter avançado, como as voçorocas, chamados de “buracões”, retiram a vegetação existente e depositam e transformam em verdadeiros lixões as redondezas desses fenômenos (Figura 23).

Figura 23 Despejo de materiais oriundos da construção civil nas encostas na voçoroca da Liberdade



Fonte: Autor, 2023.

Deus (2021, p.33), demonstra preocupações ao falar:

Compreender como está a situação atual desses processos erosivos e buscar agir nas remediações e no próprio planejamento das expansões da cidade é algo de crucial importância, visto que, atualmente, loteamentos estão sendo feitos em áreas próximas a outros processos erosivos em estágio avançado e estão sendo comercializados sem a menor preocupação na cidade.

Desta forma, observa-se que o objeto de estudo é de grande relevância para o agreste meridional de Pernambuco, sendo grande polo médico, educacional e de comércio. Contudo, sofre como a maioria das cidades médias brasileiras com uma acentuada expansão sem o planejamento necessário para o seu desenvolvimento, além de contar com déficits infraestruturas nas áreas já consolidadas.

4 Materiais e Métodos

Neste item, serão apresentados os procedimentos metodológicos e técnicos que serão usados para o desenvolvimento da pesquisa, definindo os caminhos utilizados e técnicas de maneira lógica.

4.1 Materiais

➤ Imagens Orbitais

Para realização desta pesquisa, foram utilizadas imagens do satélite CBERS 04A, desenvolvido pela parceria China e Brasil, por meio do sensor Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), Câmera Multiespectral (MUX) e Câmera imageadora de Campo Largo (WFI), gerando bandas multiespectrais (Tabela 1).

O satélite em questão está operando em órbita sol-síncrona, recorrente e congelada, ocorrendo os seguintes parâmetros: revisita de 31 dias, altitude de 628 km e Revoluções/dia: 14 +25/31.

Tabela 1 Informações CBERS04A

Características das Câmeras CBERS04A			
Características	WPM	MUX	WFI
Bandas Espectrais	0,45-0,52µm (B)	0,45-0,52µm (B)	0,45-0,52µm (B)
	0,52-0,59µm (G)	0,52-0,59µm (G)	0,52-0,59µm (G)
	0,63-0,69µm (R)	0,63-0,69µm (R)	0,63-0,69µm (R)
	0,77-0,89µm (NIR)	0,77-0,89µm (NIR)	0,77-0,89µm (NIR)
	0,45-0,90µm (PAN)		
Resolução	2 m 8 m	16,5 m	55 m
Revisita	31 dias	31 dias	5 dias
Quantização	10 bits	8 bits	10 bits

Fonte: DGI-INPE

As imagens foram adquiridas do catálogo de DGI-INPE, no site <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>, a qual referem-se ao dia 17 de março de 2021, sendo um período entre altas pluviosidades para a região, para a realização dos mapeamentos, como o índice de vegetação SAVI, uso e ocupação do solo, áreas de proteção permanente, além de auxiliar na elaboração de outros mapas temáticos, como complexidade urbana, taxa de proximidade de biblioteca, entre outros.

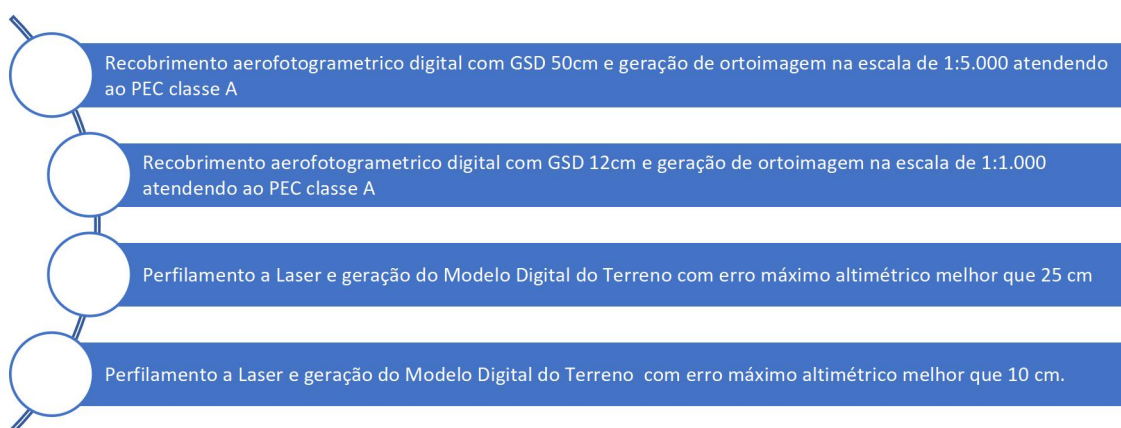
A justificativa para utilização dessas imagens se deve pela constante atualização de informações, uma vez que a revisita acontece a cada 31 dias, além de permitir realizar análises sobre a cobertura vegetação de zonas urbanas devido a banda do infravermelho próximo e pela resolução espacial mais detalhada.

➤ Imagens Aerofotogramétricas

Importante destacar que o cenário complicado de disponibilização de informações urbanas atuais, remonta as instituições estaduais e regionais, umas vezes que a previsão para execução e liberação de dados e informações por órgãos nacionais.

Além da consulta de informações nesses estabelecimentos, foram utilizados dados do “Mapeamento do Território Pernambucano – PE3D”, desenvolvido pelo Governo do Estado de Pernambuco, utilizando técnicas de fotogrametria, gerando diversos tipos de dados (Quadro 4):

Quadros 4 Descrição de dados do Mapeamento do Território Pernambucano – PE 3D



Fonte: PE3D.

A partir dos dados aerofotogramétricos e dos modelos digitais de terreno, justifica sua utilização pela possível capacidade de obter maiores detalhamentos em relação aos mapeamentos de uso e ocupação do solo, identificação do estágio de verticalização, encaixe territorial e medições, além de quantificar de maneira mais precisa os conjuntos urbanos.

Como forma de atualização desses dados, foram realizados trabalhos de campo e levantamentos aéreos com Veículo Aéreo Não Tripulado - VANT, utilizando os multirotores Phantom 4 DJI, DJI AIR 2S e DJI Mavic PRO.

Na organização dos voos realizados com o VANT, sempre forão empregadas práticas visando a conservação do equipamento, a legislação e a busca da melhor qualidade das imagens de alta resolução, com o mínimo de interferência externa nos resultados.

Ressalta-se que a utilização dessas ferramentas é justificada pela necessidade de constante atualização detalhada do objeto de estudo, lembrando que uma zona urbana é um ambiente de alta interação de vários elementos, tornando-se bastante dinâmico e rápido.

➤ Imagens de Radar

Para dados altimétricos, geomorfológicos e hidrológicos realizados na pesquisa, foi utilizado dados do produto altimétrico ALOS PALSAR, projeto da *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA), pré-processadas pela *Alaska Satellite Facility* (ASF), disponibilizando imagens com resolução 12,5 metros e em formato GEOTIFF.

O projeto da ALOS PALSAR corrige a geometria e radiometria dos dados altimétricos, a partir do Sistema Radar de Abertura Sintética (SAR) advindos do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e *National Elevation Dataset* (NED).

A escolha dessas imagens de radar se deve pela resolução espacial, sendo uma das que apresenta melhores detalhes sobre as áreas imageadas, além do ALOS PALSAR exibir o menor erro quadrático médio (RMSE - *root mean squared error*) e de desvio padrão, indicando maior acurácia em relação a outras imagens de radar, principalmente, em áreas urbanas as discrepâncias são maiores (SILVA JUNIOR, 2022).

Para tanto, os dados foram adquiridos no site <<https://search.asf.alaska.edu/#/?dataset=ALOS>>, sendo apenas uma folha denominada de “ALPSRP124277000”.

➤ Dados Geocartográficos

Foram obtidos dados geocartográficos de diversos institutos e pesquisas no formato *Shapefile* (ESRI), que propiciam a fácil manipulação dos dados. Esses foram adquiridos das seguintes instituições:

- ✓ Base cartográfica no formato *shapefile*, com informações dos solos, clima, recursos hídricos, socioeconomia, potencial de terras para irrigação e aptidão pedoclimática por cultura, de todo o Estado de Pernambuco (ZAPE), na escala de 1:100 000, disponível pela EMBRAPA.

- ✓ Base cartográfica no formato *shapefile*, com informações sobre os limites estaduais, municipais, bairros, setores censitários, arruamentos e socioeconômicos do Brasil, na escala de 1:500 000, disponível pelo IBGE.
 - ✓ Base cartográfica no formato *shapefile*, com informações de séries pluviométricas do Brasil, do HidroWeb, disponível pela Agência Nacional de Águas (ANA).
 - ✓ Base de dados pluviométricos do estado de Pernambuco, disponibilizada pela Agência Pernambucana de Águas e Climas – APAC.
 - ✓ Banco de dados do Estado de Pernambuco – BDE, disponibilizando dados de econômica, infraestrutura, social e território.
 - ✓ Companhia de Energia Elétrica de Pernambuco – CELPE, disponibilização de informações acerca do consumo e distribuição de energia elétrica.
- Programas Utilizados

Esta pesquisa utilizou *softwares* que auxiliassem na obtenção de resultados mais precisos, para isso foram usados programas gratuitos e pagos. Os não gratuitos foram adquiridos através das licenças de teste. São eles:

- ✓ ARCGIS 10. 8, desenvolvido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), sendo utilizada a licença de teste grátis por 3 meses, através do site <<http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/free-trial>>.
- ✓ ESTIMA T, *software* de estimativa das temperaturas do ar do Nordeste brasileiro, por meio de coeficientes da função quadrática para as temperaturas média, máxima e mínima mensal. Desenvolvido pela Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Ciências Atmosféricas, obtido através do site <<https://app.dca.ufcg.edu.br/estimat/estimat.htm>>.
- ✓ GPS TRACKMAKER® 13.9, desenvolvido pela Trackmaker, sendo um programa gratuito, disponível através do site <<http://www.trackmaker.com/downloads.php?lang=port>>
- ✓ QGIS 3.10.5, desenvolvido pelo Open Source Geospatial Foundation, obtido através do site <http://www.qgis.org/pt_BR/site/>.

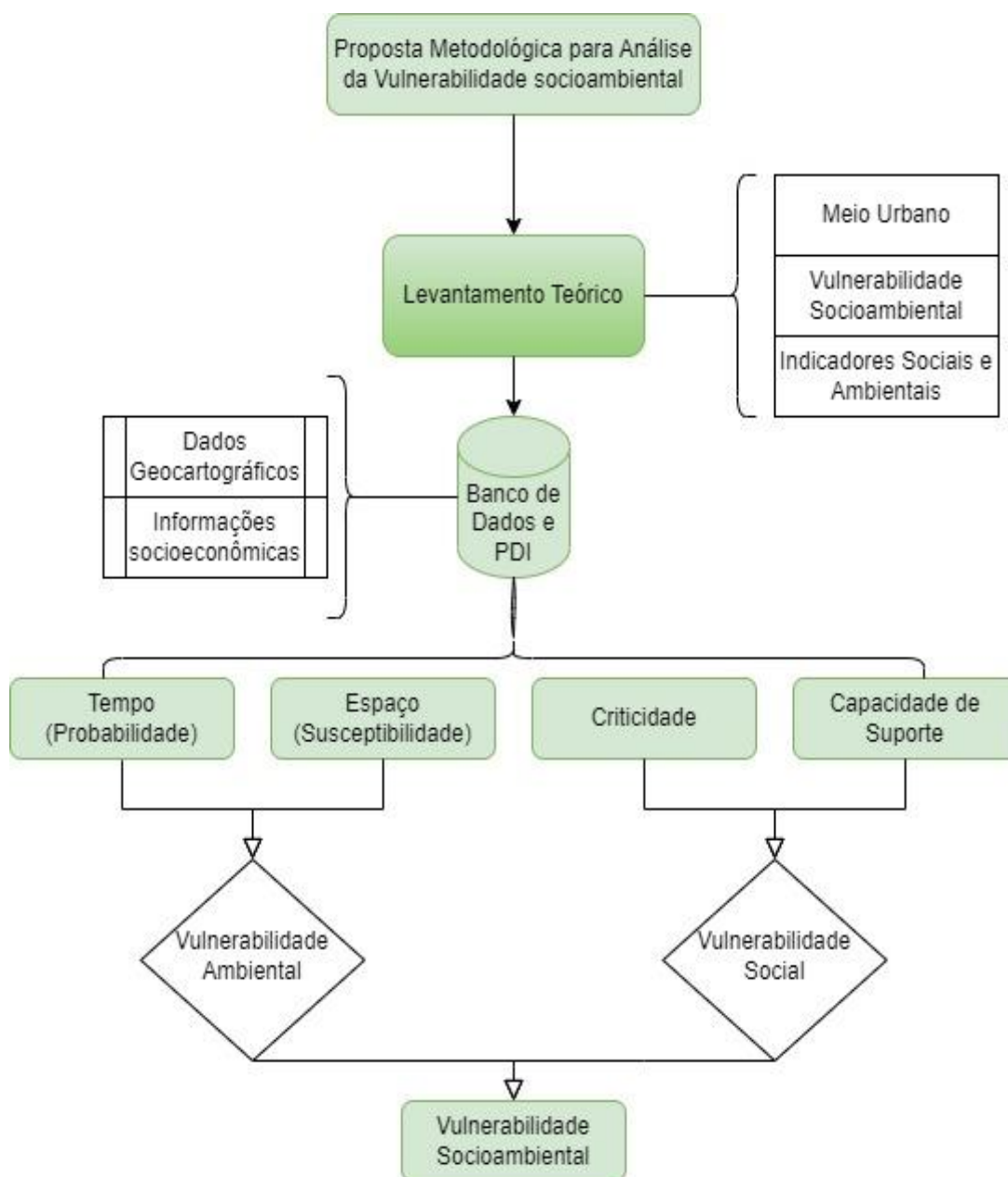
4.2 Procedimentos Operacionais

Nesse momento, será abordado a sistematização das operações técnicas, orientadas por uma perspectiva sistêmica entre os elementos, sendo fundamental para

abordar não apenas uma descrição do meio urbano, mas também para orientar uma análise da vulnerabilidade socioambiental da cidade de Garanhuns, frente a dinamicidade que é uma zona urbana.

Assim, para melhor entendimento da construção do trabalho, a sistematização das operações técnicas foi dividida em algumas partes sequenciais lógicas, permitindo um melhor suporte para a discussão das informações e, por sua vez, uma melhor compreensão dos resultados, servindo de base para futuros trabalhos e gestões. Nesse sentido, foi elaborado um fluxograma desses procedimentos (Figura 24).

Figura 24 Fluxograma metodológico para análise e construção do índice de vulnerabilidade socioambiental



Fonte: o autor

➤ Revisão de literatura

Esta etapa consiste no levantamento do estado da arte da vulnerabilidade socioambiental urbana, identificando as referências de propostas conceituais e de avaliação do risco e propensões, além de conhecer legislações, estatutos, normalizações, regras e seus objetivos. O intuito do levantamento é entender o contexto do tema e fundamentar a utilização dos possíveis dados, informações, indicadores como caminhos para avaliar o contexto urbano e as práticas de planejamento e gestão sustentável.

Outro ponto importante a ser verificado são as conceituações, categorias e legislações que se referem as cidades, desde a Constituição Federal de 1988 que estabelece políticas urbanas, a regulamentação destas no Estatuto da Cidade de 2001, além de leis urbanas municipais de Garanhuns. Na tentativa de compreensão de indicações para o entendimento do tema, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR ISO 37120: 2017) elaborou uma normalização acerca do “Desenvolvimento Sustentável de Comunidades”, sendo resultado de um compilado de conceitos e indicadores observados em trabalhos acadêmicos e comerciais sobre a sustentabilidade vulnerabilidade urbana, que também será observado na realização do trabalho.

Importante destacar, a utilização de trabalho como Moraes (2020, p. 55); Nascimento (2018, p. 40); Dantas, Costa e Zanella (2016); Buriti e Barbosa (2016); Vasconcelos (2019); entre outros autores que abordam características de vulnerabilidades socioambientais em cidades do nordeste brasileiro, podendo ser adaptado para a realidade do objeto de estudo. É necessário refletir que a utilização de indicadores deve refletir o mais próximo possível a realidade, nesse sentido, abordar trabalhos que reforcem características próximas das cidades, é contribuir para a melhor apuração de dados e informações sobre a temática, refletindo numa melhor acurácia em relação aos resultados no trabalho.

Na realização da pesquisa, será empregada uma série de dados e informações para análise da vulnerabilidade socioambiental urbana, por meio dos indicadores e índice, baseado na fundamentação teórica refletida no tópico anterior, por meio da utilização de informações socioeconômicas, morfológicas, de infraestrutura, uso e ocupação do solo, consumo e resíduos, mobilidade urbana e meio ambiente, que caracterizam e auxiliam na interpretação do contexto, na avaliação e elaboração de melhorias sustentáveis na cidade de Garanhuns.

Para isso, muitas informações foram obtidas a partir de diversas fontes de dados, através das secretárias da prefeitura, órgãos, entidades, conselhos, banco de dados públicos, que podem ser classificados a seguir do Quadro 5:

Quadros 5 Instituições e informações a serem obtidas para construção dos indicadores e índice

Instituições	Informações a serem obtidas
Bando de Dados do Estado de Pernambuco – BDE	Áreas econômica, social, física, política e administrativa dos municípios.
Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística – IBGE	Censos e estatística com dados socioeconômicos sobre o município
Agência Pernambucana de Águas e Climas – APAC	Precipitação do município.
Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA	Tratamento de água e saneamento urbano
Prefeitura de Garanhuns e secretárias de saúde, educação, obras e serviços públicos, assistência social e direitos humanos, desenvolvimento rural e meio ambiente, planejamento, gestão e desenvolvimento econômico.	Coleta econômica, social, educacional, saúde, física, política e administrativa dos municípios.
Defesa civil	Situação de vulnerabilidade e suscetibilidade
Companhia Energética de Pernambuco – CELPE	Energia elétrica

A maior especificidade de cada órgão e informação a ser utilizada para a construção dos indicadores e índice propostos, estará descrita nos Quadros 6, 7 e 8, sendo detalhado como foi feito a utilização e o contato com as respectivas instituições.

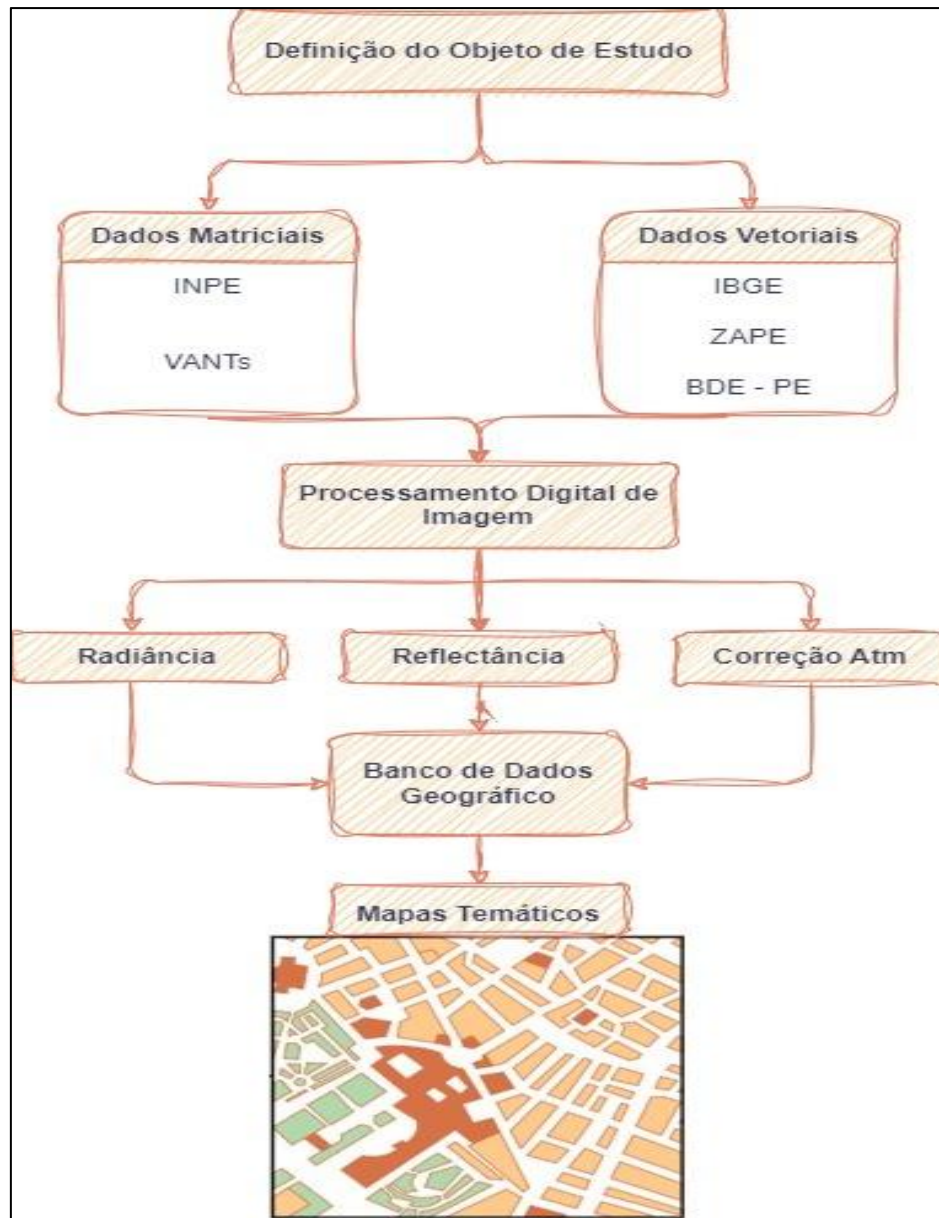
➤ Tratamento dos Dados Geográfico

Esta etapa terá a finalidade de elaborar um banco de dados geográfico, reunindo as informações coletadas no último momento, em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas – SIG. As informações geocartográficas serão manipuladas, sendo padronizados e convertidos para o sistema de projeção UTM zona 24 e Datum SIRGAS 2000, com escala cartográfica de 1:5.000.

Além da padronização cartográfica, é necessário realizar correções e padronizar os dados matriciais, vide imagens de satélite da CBERS 4a, os dados do radar ALOS PALSAR e fotogramétricos pelos drones.

Em relação as imagens da CBERS 4a, foram adotadas correções para melhor visualização e precisão na retirada de informações. Nesse sentido, foram executados procedimentos de correção radiométrica, reflectância e atmosférica, através do SIG ArcGis (Figura 25).

Figura 25 Fluxograma metodológico para processamento digital de imagens



Fonte: o autor

Para a correção da radiância das imagens de satélite CBERS 4a, foi feito a partir Equação 1, convertendo os números digitais (ND) para radiância espectral do topo da atmosfera.

$$L\lambda = M_L Q_{cal} + A_L$$

(Equação 1)

Em que:

$L\lambda$ - Radiância Espectral no Topo da Atmosfera ($W/m^2 \text{ srad } \mu m$);

M_L - Fator Multiplicativo escalona da radiância para a banda específica;

Q_{cal} - Número Digital (ND) do pixel; e

A_L - Fator aditivo escalona da radiância para a banda específica.

Posteriormente a correção da radiância nas imagens, foi realizado a conversão da radiância no topo da atmosfera para a refletância planetária do topo da atmosfera, estabelecendo uma melhor forma espectral dos objetos (Equação 2).

$$P\lambda = M_P Q_{cal} + A_P$$

(Equação 2)

Em que:

$P\lambda$ - Radiância Espectral no Topo da Atmosfera ($W/m^2 \text{ srad } \mu m$);

M_P - Fator Multiplicativo reescalona da refletância para a banda específica;

Q_{cal} - Número Digital (ND) do pixel; e

A_P - Fator aditivo reescalona da refletância para a banda específica.

Finalizando a etapa de processamento digital das imagens do CBERS, foi realizada a correção atmosférica “DOS”, excluindo os fatores externos presentes na relação da superfície ao satélite.

O pré-processamento das imagens de radar ALOS PALSAR, foi utilizado o SIG ArcGis na tentativa de preenchimento de “pixels” sem informação através da ferramenta “full”, sendo entre diversos autores a melhor forma de correção destes dados (LANDAU et al., 2011).

Todo o conjunto de dados e informações espaciais, antrópicos e naturais serão integrados e normalizados, eliminando redundâncias e anomalias, além de melhorar a organização para a geração indicadores de sustentabilidade urbana.

A partir desses procedimentos, será possível organizar as informações diferenciando em banco de dados espaciais e de atributos. O banco de dados espaciais descreve a forma e a posição das características da superfície do terreno e o de atributos descreve as qualidades e características das formas.

4.3 Elaboração do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental

Este estudo tem o objetivo de proposição de índice e de um conjunto de indicadores socioambientais, capazes de diagnosticar a vulnerabilidade socioambiental na cidade de Garanhuns-PE, podendo ser realizada sua reaplicação em cenários de ambientes urbanos.

Com o levantamento teórico-metodológico discutido nos capítulos anteriores, percebeu-se que para aplicação de indicadores e índice em áreas urbanas, Veiga (2009), aponta que é necessário a aplicação de características sistêmicas, pois, possibilitam uma compreensão mais dinâmica e integrada da problemática da vulnerabilidade socioambiental.

Além disso, recorta-se que a escolha dos sistemas de indicadores deve ser feita acompanhada da escala de trabalho, uma vez que existem disparidades nas dimensões municipais e urbanísticas, buscando um nível maior ou menor em relação a detalhamento e informações. Questão a ser observada, devido a cidade de Garanhuns ser considerada uma cidade média para os padrões da região nordeste.

Para proposição de índice e do conjunto de indicadores, optou pelo entendimento de vulnerabilidade socioambiental adotados por Moser (1998) *apud* Alves e Torres (2006), ao compreenderem que o fenômeno abarca três elementos básicos para sua formação: exposição ao risco, incapacidade de reação e a dificuldade de adaptação diante da materialização do risco.

Para elaboração do índice de vulnerabilidade socioambiental urbana aplicada a cidade de Garanhuns, considerou os princípios metodológicos de Cutter (1996, 2003, 2011), baseado nos trabalhos realizados pelos autores Mendes *et al.* (2009) e Cunha *et al.* (2011), em cidades de Portugal, visando a análise da vulnerabilidade social para riscos naturais e tecnológicos (Figura 26).

A ideia parte da concepção de 2 cenários sobre o meio urbano que são integrados posteriormente, são eles: perigosidade e vulnerabilidade social (CUTTER, 2011). A perigosidade é entendida como a probabilidade de eventos perigosos, podendo ser mapeada através do fator tempo, por meio de eventos no passado e no presente, além do fator físico como diagnóstico da vulnerabilidade natural dessas localidades a eventos perigosos.

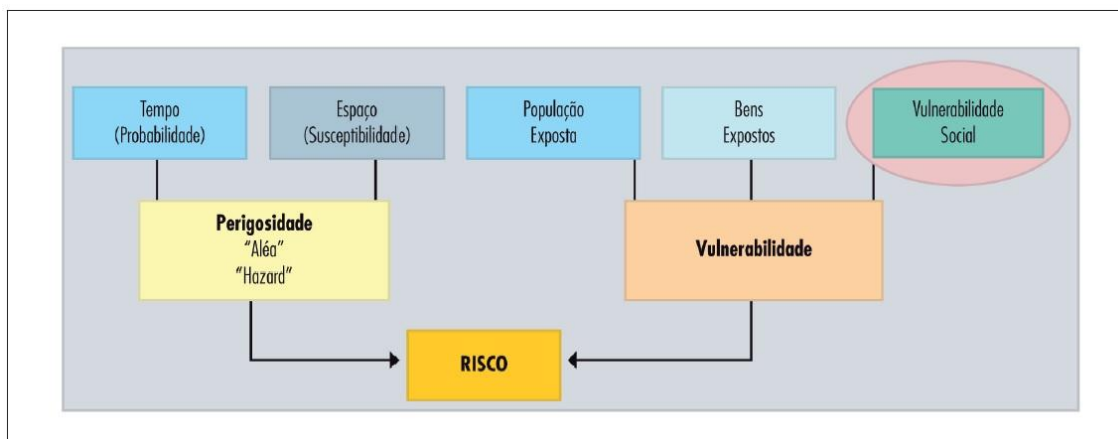
Já a vulnerabilidade social, os referidos autores explicam que o conceito está apoiado em análises estatísticas e dados censitários no estudo da distribuição da população e bens materiais expostos. Desdobra-se em dois componentes: criticidade e

capacidade de suporte. A criticidade está atrelada na competência que a sociedade tem em transformar a sua própria realidade, apoiada pelos acessos educacionais e econômicos. A capacidade de suporte refere-se a aptidão que o meio urbano tem em reagir em situações de eventos de riscos, durante e depois do fato.

Diante dessas concepções, para que seja efetivo o mapeamento e a análise dos riscos, é necessário a combinação dos mapeamentos, tanto da perigosidade como a vulnerabilidade social, através da álgebra de mapas, definindo um índice de vulnerabilidade socioambiental urbano.

Denota-se que as escolhas dos indicadores de perigosidade e vulnerabilidade social, foram feitas através de análise fatorial, elencando 6 fatores de importância para a definição de notas e pesos (Figura 26).

Figura 26 Vulnerabilidade e risco

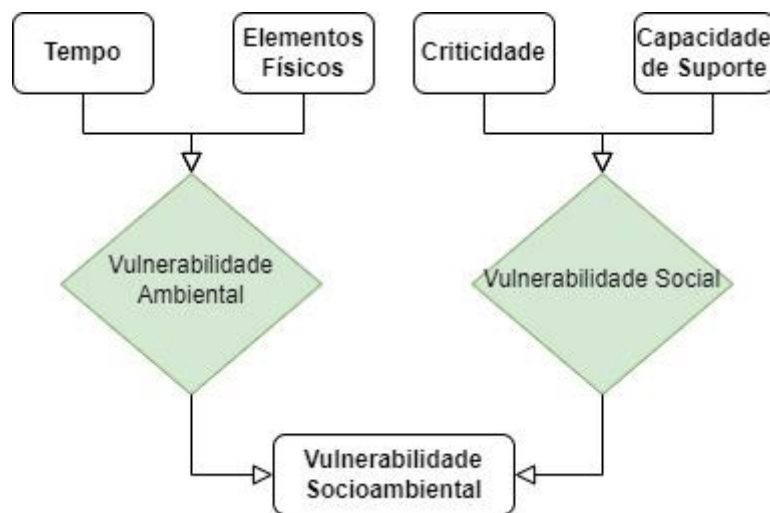


Fonte: Adaptado de CUNHA et al., 2011.

Nesse sentido, será trabalhada e definida uma diferenciação entre setores censitários para avaliação do índice de vulnerabilidade socioambiental, uma vez que os autores Freitas e Cunha (2013), explicam que os fenômenos que geram riscos são locais, isto é, qualquer vulnerabilidade apresentada no meio urbano, terá uma influência nas localidades mais próximas.

Para a elaboração deste trabalho, será adotada a mesma lógica teórica e operacional, contudo, algumas mudanças são necessárias para aproximação da metodologia com os elementos das cidades brasileiras (Figura 27), entre elas a associação do estabelecimento da vulnerabilidade ambiental como perigosidade, uma vez que Lourenço *et al.* (2013), diz que o primeiro termo refere-se a capacidade ou incapacidade do meio natural a suportar e/ou recuperar-se após sofrer de eventos de riscos derivados das atividades antrópicas, tidas como normais ou incomuns (Figura 27).

Figura 27 Esquemática da Vulnerabilidade Socioambiental.



Fonte: ???

Portanto, como a vulnerabilidade ambiental é mais aplicado em trabalhos pelo Brasil e denota os efeitos e a capacidade de suporte no meio físico, sendo mais interessantes para ser utilizado. Além disso, a integração de indicadores adaptados à realidade das cidades brasileiras também é necessária para um bom levantamento de informações e maiores aprofundamentos.

O intuito da divisão desses cenários foi contemplar os maiores fatores que influenciam na vulnerabilidade socioambiental do ambiente urbano, incluindo a participação da população como agente crítico e capaz de mudar sua realidade, uma vez que o desenvolvimento sustentável necessita da democratização das ações.

Considerando os estudos socioambientais urbanos vistos no desenvolvimento do trabalho, foi compilado um conjunto de indicadores de vulnerabilidade mais frequentes nacionalmente e outros internacionais que se encaixam na realidade de uma cidade do nordeste brasileiro. Nesse sentido, foram observados os estudos dos seguintes autores: Cutter (1996, 2003, 2011); Deschamps (2004); Hogan (2007); Deschamps (2009); Mendes *et al* (2009); Almeida (2010); Alves *et al.* (2010); Kaminski (2010); Cunha *et al.* (2011); Rueda (2012); IBGE (2013); Daga *et al.* (2015); Freitas e Cunha (2015); Pupphachai E Zuidema (2016); Tiz (2016); Oliveira (2017); Ameen e Mourshed (2018); Malta (2018); Vasconcelos (2019); Santos *et al.* (2020).

A relação aos cenários, atributos e variáveis da vulnerabilidade socioambiental urbana definidos para o modelo operacional está detalhada em três quadros, o primeiro para vulnerabilidade ambiental (Quadro 6), com 9 indicadores, indicando o conceito a que se refere e a fonte de dados para sua obtenção.

Quadros 6 Relação de Indicadores de Vulnerabilidade Ambiental

Indicadores de Vulnerabilidade Ambiental		
Indicadores	Descrição	Fontes
Estrutura Geológica	Mapeamento litológico da zona urbana - contribui para a análise e planejamento do uso do solo, considerando fatores como a estabilidade do terreno, a suscetibilidade a desastres naturais e a disponibilidade de recursos naturais. Ela ajuda a identificar áreas inadequadas para construção, evitando a ocupação de regiões de risco.	Dados do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco
Precipitação	Mapeamento da pluviosidade (2010 - 2022) - Contribui para intensificação de eventos de risco. A precipitação excessiva ou a falta dela podem levar a riscos de desastres naturais. Chuvas intensas e tempestades podem resultar em inundações, deslizamentos de terra e enchentes, causando danos às comunidades, infraestruturas e meios de subsistência. Por outro lado, a falta de precipitação pode levar à seca, que pode resultar em escassez de água, perda de colheitas e impactos socioeconômicos significativos.	Banco de Dados da Agência Pernambucana de Águas e Climas
Temperatura	Mapeamento da temperatura média - Contribui para incorporação de estratégias de resfriamento urbano, como o aumento da cobertura vegetal, a criação de espaços verdes e o uso de materiais de construção sustentáveis, pode ajudar a reduzir os efeitos do calor nas áreas urbanas e melhorar a qualidade de vida dos residentes. A consideração da temperatura média também é importante para o desenvolvimento de políticas de adaptação que visam proteger as comunidades vulneráveis e reduzir os riscos.	Aplicativo Estima - T (UFCG)
Declividade	A declividade do terreno pode influenciar a distribuição de ecossistemas e a preservação de áreas naturais. Em encostas íngremes, há maior probabilidade de ocorrência de deslizamentos de terra e deslizamentos, o que pode ter impactos significativos na segurança das comunidades e no meio ambiente. O conhecimento da declividade ajuda a identificar áreas de risco e a implementar medidas de conservação e proteção adequadas.	PE3D, auxílio do drone e trabalho de campo.
Continua		

Indicadores de Vulnerabilidade Ambiental		
Indicadores	Descrição	Fontes
Área de Proteção Permanente	Mapeamento das áreas de proteção permanente (Nascentes, rios, declividade e topos de morro) - Essas áreas atuam como zonas de amortecimento e filtragem da água, reduzindo o escoamento superficial e permitindo a infiltração no solo. A preservação das APPs contribui para a proteção de bacias hidrográficas, a recarga de aquíferos e a manutenção da qualidade da água. A presença de áreas verdes, como florestas, parques e jardins, ajuda a mitigar o efeito ilha de calor urbano, reduzindo as temperaturas locais, melhorando a qualidade do ar e proporcionando sombra e conforto térmico para os residentes.	Imagens de satélite CBERS04, PE3D fotogrametria com o auxílio do drone e trabalho de campo
Uso e Ocupação da Terra	Mapeamento do uso e ocupação da terra na zona urbana - O uso e ocupação da terra desempenham um papel importante na gestão de riscos e na construção de resiliência urbana. Isso envolve a identificação e o zoneamento de áreas de risco, como zonas de inundação, encostas instáveis ou áreas suscetíveis a desastres naturais. O uso adequado da terra nessas áreas, através de restrições e regulamentações, pode reduzir a exposição e minimizar os danos causados por eventos extremos. Além disso, o planejamento do uso da terra também pode promover a implementação de medidas de adaptação, como a criação de áreas verdes para infiltração de água, sistemas de drenagem sustentável e técnicas de construção resilientes. O uso e ocupação da terra também estão relacionados à justiça socioambiental nas áreas urbanas.	Imagens de satélite CBERS04, fotogrametria com o auxílio do drone e trabalho de campo
Índice de Cobertura Vegetal	Mapeamento da cobertura vegetal - A cobertura vegetal desempenha um papel crucial na contenção de riscos urbanos e na promoção da resiliência das áreas urbanas. Como florestas urbanas e áreas verdes permeáveis, ajuda a reduzir o escoamento superficial durante chuvas intensas. A cobertura vegetal, especialmente em encostas e áreas propensas à erosão, desempenha um papel importante na estabilização do solo. As áreas verdes e as árvores fornecem sombra e evapotranspiram água, resfriando o ambiente urbano	Trabalho de campo e auxílio de imagens de satélite

Continua		
Indicadores de Vulnerabilidade Ambiental		
Indicadores	Descrição	Fontes
Tipo e Característica pedológica	Mapeamento pedológico da zona urbana - Solos adequados fornecem uma base estável para a construção de estruturas urbanas, como edifícios, estradas e infraestrutura. A capacidade do solo de suportar cargas é essencial para garantir a estabilidade e a segurança das estruturas. Solos instáveis, como aqueles propensos à erosão, compactação inadequada ou solos de baixa capacidade de suporte, podem levar a problemas estruturais, deslizamentos de terra e colapso de infraestrutura.	Dados do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco
Riscos Ambientais*	Mapeamento e área de influência de áreas que nitidamente representam riscos a cidade – Voçorocas, alagamentos, queimadas. Zonas urbanas estão sujeitas a uma variedade de desastres naturais, como enchentes, deslizamentos de terra, tempestades, furacões, terremotos e incêndios florestais. Esses desastres podem causar danos às infraestruturas urbanas, destruir propriedades, deslocar populações e resultar em perdas humanas e econômicas significativas.	Trabalho de campo e auxílio de imagens de satélite

*Indicadores Propostos

Fonte: Cutter (1996, 2003, 2011); Crepani (2008); Mendes *et al.* (2009); Rueda (2012); Pupphachai E Zuidema (2016); Tiz (2016); Vasconcelos (2019).

A partir desses 9 indicadores da situação física e de vulnerabilidade ambiental, optou-se pela adaptação de indicadores utilizados em trabalhos em Portugal, legislação ambiental (APPs) e fatores já utilizados em trabalhos nacionais sobre a zona urbana, mencionados na fonte da respectiva tabela.

As Áreas de Proteção Permanente – APPs, são importantes estabelecimentos, pois, tem a função de preservação direta de recursos naturais, assegurar a estabilidade geológica e pedológica, além de estabelecer uma estabilidade a paisagem.

Já os demais indicadores, foram levantados de acordo com a sua recorrência em trabalhos levantados, sua aplicabilidade e relevância para a temática da vulnerabilidade ambiental.

O aspecto de criticidade social (Quadro 7), contando com 5 indicadores, mostrando a caracterização e a relação com as literaturas nacionais e internacionais, demonstrando uma aproximação para utilização na cidade de Garanhuns.

Quadros 7 Relação de Indicadores de Criticidade

Indicadores de Criticidade		
Indicadores	Descrição	Fontes
Estabelecimento de educação em etapa pré-escolar	Localização das escolas e quantidade de alunos – Influência da área e notas INEP. As escolas de ensino infantil ajudam as crianças a desenvolverem uma consciência e uma compreensão mais profundas dos problemas ambientais enfrentados pelo mundo atualmente. Isso inclui a exploração de tópicos como poluição, escassez de água, perda de biodiversidade e mudanças climáticas. As escolas de ensino infantil têm a oportunidade de influenciar a formação de atitudes, valores e comportamentos das crianças. Podem desempenhar um papel crucial no envolvimento e engajamento da comunidade local em questões socioambientais.	Secretária de Educação de Garanhuns e trabalho de campo
Estabelecimento de educação em etapa Fundamental*	Localização das escolas e quantidade de alunos – Influência da área e notas SAEB/IDEB. As escolas de ensino fundamental têm a oportunidade de despertar uma criticidade, conscientização e o engajamento dos alunos em relação às questões socioambientais. Ao promover valores como respeito à natureza, responsabilidade, justiça ambiental e cuidado com o meio ambiente, as escolas ajudam a desenvolver uma consciência socioambiental entre os alunos. Esses valores podem ser levados para suas vidas pessoais e futuras carreiras, influenciando positivamente suas escolhas e comportamentos em relação ao meio urbano.	Secretária de Educação de Garanhuns e trabalho de campo
Estabelecimento de educação em etapa Médio*	Localização das escolas e quantidade de alunos – Influência da área e notas SAEB/IDEB. O ensino médio é um período em que os alunos desenvolvem habilidades de análise crítica e pensamento sistêmico. As escolas de ensino médio podem aproveitar essa fase para ensinar aos alunos como avaliar as interações entre o ser humano e o meio ambiente, bem como as consequências sociais e ambientais de diferentes ações e políticas. Isso capacita os alunos a adotarem uma abordagem mais abrangente na avaliação e no enfrentamento dos desafios socioambientais.	Secretária de Educação de Garanhuns e trabalho de campo

Continua		
Indicadores de Criticidade		
Indicadores	Descrição	Fontes
Estabelecimento de ensino em nível superior*	Localização das escolas e quantidade de alunos – notas MEC. As universidades e faculdades têm uma relação estreita com suas comunidades locais e podem desempenhar um papel ativo na resolução dos problemas socioambientais enfrentados por essas comunidades. As instituições de ensino superior têm a responsabilidade de desenvolver liderança e habilidades socioambientais nos estudantes. Por meio de currículos abrangentes, programas extracurriculares, oportunidades de estágio e engajamento em projetos de pesquisa, as escolas de ensino superior podem capacitar os estudantes com habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico, colaboração e comunicação necessárias para lidar com a vulnerabilidade socioambiental em suas futuras carreiras.	Secretária de Educação de Garanhuns e trabalho de campo
Estabelecimentos Culturais*	Localização e área de influência de museus e bibliotecas - Área de influência de estabelecimentos culturais capazes de gerar reflexão. Os estabelecimentos culturais têm o poder de sensibilizar e conscientizar o público sobre questões socioambientais por meio de exposições, instalações, performances, exibições de filmes, palestras e outros eventos. Eles podem apresentar informações e narrativas envolventes sobre a importância da sustentabilidade, conservação da natureza, mudanças climáticas, justiça ambiental e outros temas relevantes. Ao criar experiências educacionais e emocionais, essas instituições podem despertar a curiosidade e o interesse do público em relação à vulnerabilidade socioambiental. Os estabelecimentos culturais geralmente têm um papel central nas comunidades locais, atuando como espaços de encontro, diálogo e engajamento.	Trabalho de campo e auxílio de imagens de satélite

*Indicadores Propostos

Fonte: Crepani (2008); Tiz (2016); Mendes *et al* (2009); Cutter (1996, 2003, 2011); Vasconcelos (2019); Rueda (2012); Pupphachai E Zuidema (2016); Deschamps (2004); Ameen e Mourshed (2018).

A idealização desses indicadores de criticidade, teve como intuito aumentar o nível de reflexão e de crítica da sociedade sobre sua própria realidade. Cutter (2011), concorda que esse efeito só é possível quando os indivíduos têm acesso à educação e objetos culturais, além do fator econômico, pois, quanto maior for o potencial financeiro em uma sociedade capitalista, melhores possibilidades de transformação da organização espacial urbano, como também, o aumento de políticas públicas.

Por último, a capacidade de suporte a serem analisado contém 10 indicadores (Quadro 8), levando em consideração trabalhos nacionais e internacionais, dos profissionais, ferramentas e localização de elementos que podem auxiliar em casos de risco.

Quadros 8 Relação de Indicadores de Capacidade de Suporte

Indicadores de Capacidade de Suporte		
Indicadores	Descrição	Fontes
Resíduos urbanos	Áreas que recebem a coleta de resíduos sólidos/ capacidade de recolhimento de material urbano. O acúmulo de resíduos sólidos nas ruas e espaços públicos pode afetar negativamente a estética urbana e a qualidade de vida dos moradores. Além disso, o lixo espalhado pode atrair animais indesejados e causar odores desagradáveis, prejudicando o bem-estar dos residentes e afetando a imagem da cidade. Uma coleta eficiente dos resíduos sólidos contribui para a manutenção de uma aparência limpa e agradável do ambiente urbano, melhorando a qualidade de vida dos cidadãos.	Prefeitura de Garanhuns
Bancos e caixas econômicos*	Área de Influência de caixas multibancos/ Auxílio para obtenção de dinheiro. As agências bancárias e os postos 24 horas oferecem um local físico onde as pessoas podem acessar uma variedade de serviços financeiros, incluindo a retirada de saques. Isso é especialmente importante para indivíduos que não têm acesso a contas bancárias online ou a serviços digitais. A presença desses locais físicos garante que as pessoas tenham a oportunidade de acessar seus fundos em dinheiro quando necessário. Agências bancárias e postos 24 horas desempenham um papel essencial na inclusão financeira, fornecendo acesso a serviços financeiros básicos para pessoas que podem não ter contas bancárias ou acesso a outros meios de pagamento eletrônico.	Trabalho de campo e auxílio de imagens de satélite
Capacidade hoteleira*	Localização e quantidade de cama em hotéis e pousadas - Capacidade de suporte a pessoas desabrigadas em casos de risco socioambiental. Os hotéis podem ser usados como abrigos de emergência para pessoas desabrigadas em situações	Trabalho de campo e auxílio de imagens de satélite

	de crise, como desastres naturais, incêndios, inundações ou outras circunstâncias que impeçam as pessoas de retornarem às suas casas. Esses estabelecimentos oferecem quartos privados e instalações sanitárias, proporcionando um ambiente seguro e protegido para as pessoas durante esses períodos.	
Continua		
Indicadores de Capacidade de Suporte		
Indicadores	Descrição	Fontes
Corporações de bombeiros	Localização das corporações de bombeiros e quantidade de agentes (10 km) - Área de influência da corporação de bombeiros. As corporações de bombeiros são responsáveis por responder a uma ampla gama de emergências e desastres, como incêndios, deslizamentos de terra, inundações, terremotos e outros eventos catastróficos. Sua capacidade de resposta rápida e eficaz é essencial para proteger vidas, propriedades e o meio ambiente em momentos de crise. Sua proximidade aos casos de risco pode determinar vida ou morte para a população.	Trabalho de campo e auxílio de imagens de satélite
Ambulâncias	Taxa de ambulâncias para transporte de doentes/ Capacidade de transporte de pessoas que passaram por situações de risco. As ambulâncias são equipadas com profissionais de saúde e equipamentos médicos essenciais para fornecer atendimento médico de emergência no local. Elas podem chegar rapidamente às áreas afetadas, permitindo que os profissionais de saúde prestem os primeiros socorros e estabilizem os pacientes antes de serem levados para hospitais ou centros de saúde adequados. Essa resposta rápida é vital em situações de vulnerabilidade socioambiental, como desastres naturais, acidentes graves ou surtos de doenças.	Secretária de saúde municipal e estadual
Área de influência de Hospitais	Taxa de Hospitais por 10 mil habitantes e Capacidade de suporte e recuperação de pacientes/ Proximidade de estabelecimentos de saúde. Os hospitais são os principais locais onde as pessoas podem receber atendimento médico de emergência em situações de vulnerabilidade socioambiental. Eles estão equipados com instalações médicas avançadas, equipes médicas qualificadas e uma ampla gama de recursos e tecnologias médicas para lidar com emergências graves. Os hospitais são capazes de tratar ferimentos graves, fornece suporte vital, realizar cirurgias urgentes e fornecer	Secretária de saúde municipal e estadual

	tratamento médico especializado em várias áreas.	
Continua		
Indicadores de Capacidade de Suporte		
Indicadores	Descrição	Fontes
Companhias de seguros*	Área de proximidade de companhias de seguros e quantidade de parcerias bancárias (500 metros). As companhias de seguros oferecem proteção financeira para indivíduos e empresas em caso de ocorrência de riscos urbanos, como incêndios, inundações, terremotos, roubos, entre outros. Ao pagar prêmios regulares, as pessoas podem transferir o risco para a seguradora, que se compromete a cobrir as perdas e os danos caso ocorra um evento coberto. Isso proporciona uma rede de segurança financeira que ajuda a mitigar os impactos econômicos adversos de tais riscos. Em caso de danos causados por riscos urbanos, as companhias de seguros desempenham um papel importante na recuperação e reconstrução das áreas afetadas.	Trabalho de campo e auxílio de imagens de satélite
Farmácias*	Área de proximidade de farmácias (500 metros) / Capacidade de compra de medicamentos mais fácil. Em situações de riscos urbanos, como desastres naturais, epidemias ou emergências de saúde pública, as farmácias desempenham um papel fundamental no fornecimento de medicamentos essenciais. Elas garantem o acesso contínuo a medicamentos prescritos, como antibióticos, analgésicos, medicamentos para doenças crônicas, entre outros. Isso é especialmente crucial quando outras instalações de saúde podem estar sobrecarregadas ou inacessíveis.	Trabalho de campo e auxílio de imagens de satélite
Rede de serviços básicos	Proximidade das redes de serviços básicos de saúde – PSF, UBS. Em casos de riscos urbanos, a rede de saúde básica desempenha um papel vital na coordenação dos serviços de saúde. Ela trabalha em conjunto com outras instituições de saúde, hospitais, serviços de emergência e agências governamentais para garantir uma resposta eficaz e coordenada. A rede de saúde básica pode desempenhar um papel de liderança na identificação de necessidades de saúde,	Trabalho de campo e auxílio de imagens de satélite

	alocação de recursos, encaminhamento adequado de pacientes e troca de informações entre os diferentes atores envolvidos.	
Proximidade das Paradas de Transporte Público	O indicador avalia a área de influência das paradas de ônibus públicos, uma rede suficientemente extensa e diversificada de diferentes meios de transporte permite-nos cobrir homogêaneamente o território, estrutura-o e evita o isolamento de certos tecidos. Em situações de risco socioambiental como desastres naturais, poluição do ar ou eventos de violência, as pessoas podem precisar evacuar áreas afetadas rapidamente	Trabalho de campo e auxílio de imagens de satélite

*Indicadores Propostos

Fonte: Crepani (2008); Tiz (2016); Mendes *et al* (2009); Cutter (1996, 2003, 2011); Vasconcelos (2019); Rueda (2012); Pupphachai E Zuidema (2016); Deschamps (2004); Ameen e Mourshed (2018).

Na elaboração dos indicadores de capacidade de suporte do meio urbano aos eventos de risco, foi elencado e adaptado fatores de outros trabalhos que influenciam nos casos após o risco, então, propiciou elementos de resiliência e recuperação das áreas, desde corpo de bombeiros, farmácias, hospitais e, até hotéis como estratégia para acomodação de pessoas desabrigadas.

Indicadores de Vulnerabilidade Ambiental

Nesta seção, será explicado a elaboração de cada um dos 8 indicadores de vulnerabilidade ambiental postulados, além da confecção de mapas temáticos para futura integração cartográfica e geração do índice de vulnerabilidade socioambiental urbana.

➤ Estrutura geológica

Para elaboração do mapeamento litológico da zona urbana de Garanhuns, foi utilizado dados vetoriais disponibilizados pelo zoneamento Agroecológico de Pernambuco – ZAPE, contudo, o mesmo trabalho tem uma escala cartográfica de 1:100.000.

Nesse sentido, foi elaborado através de trabalho de campo e imagens de satélite e fotogramétricas, um mapeamento de Escala de Detalhe, um aumento de escala cartográfica, na tentativa de aumentar a quantidade de detalhes litológicos sobre a zona urbana de Garanhuns.

Assim, os dados foram convertidos para o sistema de referência adotados no trabalho e foi elaborado um mapa temático da litologia, auxiliando na compreensão estrutural e dinâmica da cidade.

➤ Precipitação

No levantamento de dados e elaboração do mapa de pluviosidade de Garanhuns, levou-se em consideração a precipitação média anual do período de 10 anos (2013 a 2023), período definido pela metodologia de Cutter (1996, 2003, 2011); Mendes *et al* (2009); Cunha *et al.* (2011), disponibilizadas pela APAC (Agência Pernambucana de Águas e Climas). Contudo, é necessário explicar que toda a cidade de Garanhuns, conta apenas com uma estação pluviométrica, sendo assim, a única forma de avaliação da pluviosidade em toda a zona urbana.

Para confecção de mapeamento da pluviosidade, foi necessário realizar 3 processos de correção dos dados: detecção de erros grosseiros entre a quantidade de precipitação, preenchimentos de falhas anuais e a correção de homogeneidade dos dados.

Assim, é preciso explicar que nos três processos, são encontradas falhas em seus registros, devido à ausência de operador ou problemas no equipamento (RIBEIRO, 2013). Nesse sentido, a detecção dos erros grosseiros é feita de maneira manual em gabinete. Já o método de preenchimento das falhas é feito pela Equação 3.

$$Px = 1/13 * (Mx/Ma * Pa + Mx/Mb * Pb + Mx/Mc * Pc) \quad \text{(Equação 3)}$$

Em que:

Px = Precipitação com falha para ser corrigida;

Mx = Média do posto a ser corrigido;

Ma,b,c = Média dos postos A,B e C respectivamente;

Pa,b,c = Precipitação anual dos postos A, B e C respectivamente.

Para correção da homogeneidade dos dados, é necessário a realização da seguinte fórmula:

$$Pa = Ma/Mo * Po \quad (4)$$

Em que:

Po = Dados observados;

Pa = Dados ajustados;

Ma = Coeficiente angular.

Com os dados pluviométricos corrigidos, foi elaborado o mapeamento utilizando o SIG *ArcGis*, criando um ponto vetorial com as informações tabulares ordenadas da média do período de 10 anos, criando utilizando a ferramenta *spline*, uma interpolação de base radial a mm disposta pela cidade.

➤ Temperatura

Para a elaboração e confecção dos dados de temperatura urbana de Garanhuns, foi utilizado o *software* Estima T, desenvolvido pela Universidade Federal de Campina Grande. O referido aplicado gera informações da temperatura do ar, capaz de gerar séries históricas com razoável precisão em todo nordeste brasileiro (RIBEIRO, 2013).

Nesse sentido, foi adotado uma média de 10 anos (2013-2023) para a zona urbana de Garanhuns, sendo levantado os pontos centrais de todos os bairros, utilizando a latitude e longitude, realizando uma comparação especializada por todo o perímetro urbano.

Diante desses dados, foi integrado ao Sistema de Informação Geográfica, *ArcGis*, produzido pontos vetoriais com informações da temperatura obtidas e gerado uma interpolação *spline*, explicada no tópico da pluviosidade.

➤ Declividade

A metodologia aplicada para geração do mapeamento de declividade da cidade de Garanhuns, foi utilizado os dados do PE3D que compõem imagens do radar com resolução espacial de metro, sendo excelente para áreas urbanas devido a grande quantidade de detalhes.

Nesse sentido, essas imagens foram tratadas em ambiente SIG, a fim de corrigir qualquer distorção que pudesse existir. Posteriormente, foi utilizada a classificação sugerida pela EMBRAPA (1979), utilizando a ferramenta “slope” para geração da declividade em porcentagem na cidade de Garanhuns. Assim, de acordo com a classificação sugerida, a imagem de declividade foi reclassificada para as 6 classes recomendadas: Plano 0 - 3, Suave-ondulado 3 - 8, Ondulado 8 - 20, Forte-Ondulado 20 - 45, Montanhoso 45 - 75 e Forte-Montanhoso >75.

Assim, foi gerado um mapa de declividade da cidade de Garanhuns, a fim de reconhecer áreas com parcelamento com mais riscos que outros, principalmente aqueles que tem uma maior inclinação que outros. Uma vez que a Lei Federal Nº 6.766/79, que regulamenta o parcelamento do meio urbano e a sua regulamentação, no Artigo 3, inciso III, estabelece que acima de 30% de declividade não é permitido o parcelamento, além de recomendar que os diversos usos urbanos não passem de 15%.

➤ Áreas de proteção permanente

Para geração das áreas de proteção permanente na cidade de Garanhuns, foram levadas em consideração 4 classificações, sendo elas: nascentes, cursos d'água, declividade e topos de morro.

O uso de modelo digital de elevação tornou-se imprescindível para o levantamento do topográfico e hidrológico, sendo utilizado os dados do ALOS PALSAR, extraíndo curvas de nível de 5 metros, corrigidas com o software ArcGis.

Após a extração da curva de nível, é possível realizar procedimento pelo referido SIG, através da ferramenta *hydrology*, obter diversas informações hidrológicas, como limites de bacias hidrográficas, cursos d'água, nascentes, entre outras informações.

De posse dessas informações e seguindo o Novo Código Florestal de 2012, foi delimitado através da ferramenta *buffer*, o limite de 50 metros ao redor das nascentes no meio urbano, além da delimitação de 30 metros nas margens de riachos com menos de 10 metros de largura. Com a realização dos trabalhos de campo, foi constatado que não existe cursos d'água com mais de 10 metros de largura.

Além de informações hidrológicas, também é possível a utilização dos dados da ALOS PALSAR para extrair informações sobre o relevo, como definir um mapeamento de declividade através do SIG ArcGis, com a ferramenta *slope* obter todas as declividades, redefinindo apenas aquelas que tem mais de 45 graus de inclinação, destacando apenas as APPs de declividade.

Já para definição das APPs de topo de morro, também é utilizado os dados tratados do MDE, realizando um procedimento de inversão dos dados altimétricos, isto é, topos de morros foram convertidos para fundo de vales. Assim, o MDE invertido topograficamente, tem direções de escoamento indicando os topos de morro originais. Assim, são mapeados as APPs em questão.

➤ Uso e ocupação da terra

Para a elaboração do mapeamento do uso e ocupação da terra na cidade de Garanhuns, foram utilizadas as imagens de satélite CBERS 4A, imagens do drone e idas ao campo de estudo para confirmação das informações.

Inicialmente, foi realizado uma composição falsa-cor com as bandas espectrais “0,45-0,52µm (B) 0,52-0,59µm (G) 0,63-0,69µm (R)”, fusionadas com a banda Pan cromática ,45-0,90 µm (PAN), com resolução espacial de 2 metros, utilizado o SIG ArcGis.

Com a posse da composição da imagem, fusionada com 2 metros de resolução, foi elaborado o mapeamento do uso e ocupação da terra na cidade de Garanhuns por meio de interpretação visual, visando os correlacionar o uso e ocupação do sistema proposto por Azevedo e Matias (2022). Importante destacar a utilização das imagens de fotogrametria tiradas a partir do uso do drone, com o intuito de confirmar a veracidade das informações e conquistá-los de maneira mais precisa.

Nesse sentido, foram estabelecidas as 18 classes seguintes de classificação (Quadro 9), de acordo Azevedo e Matias (2022).

Quadros 9 Classes e Elementos Visuais do Uso e Ocupação Urbana

Classes	Elementos Visuais						
	Cor (RGB)	Tamanho	Textura	Padrão	Forma	Sombra	Sítio, Situação e Associação
Área Agrícola Urbana	Verde ou Marrom	Médio ou Grande	Lisa	Sistemático	Linear, quadrada lisa ou oval	Não	Presença de solo exposto e áreas de cultivo, inseridas em regiões periféricas da malha urbana
Comercial e Serviços em Lote Médio	Branca, Cinza ou Marrom	Médio	Intermediária	Sistemático	Retangular	Sim	Estrutura similares, em área de fácil acesso, que são maiores e com telhados diferentes das casas entorno
Comercial e Serviços em Lote Grande	Branca e Cinza	Grande	Intermediária	Sistemático	Retangular, quadrada, circular ou elíptica	Sim	Grandes centros de compras ou serviços, composto por muitas estruturas, com grande estacionamento e fácil acesso
Industrial	Branco e Cinza	Grande	Mista	Aleatório	Retangular	Sim	Áreas grandes e bem demarcadas, com estruturas grandes dispersas e espaçadas, estacionamento e

							próximo a áreas residenciais
Mineração	Cinza e Marrom Claro	Grande	Rugosa	Aleatório	Amorfa	Sim	Áreas de solo exposto em níveis (escavações), com estabelecimentos pequenos nos limites, maquinário visível. Inserido em áreas periféricas.
Residencial Plurifamiliar em Lote Privado	Cinza	Médio	Rugosa	Sistemático	Quadrada	Sim	Prédios com grandes sombras, em quadras cortadas por malha viárias, sem padrão estabelecido, com telhados heterogêneos
Continua							
Classes	Elementos Visuais						
	Cor (RGB)	Tamanho	Textura	Padrão	Forma	Sombra	Sítio, Situação e Associação
Residencial Plurifamiliar em Condomínio Privado	Laranja e Cinza	Médio	Intermediária	Sistemático	Quadrada e/ou retangulares	Sim	Conjuntos de prédios, em área cercada por muros, tendo entradas unificadas, com edificações que seguem um mesmo padrão estrutural e de telhado.
Residencial Plurifamiliar Informal	Cinza e Marrom Claro	Pequeno	Rugosa	Aleatório	Amorfa	Não	Lotes pequenos em zonas periféricas, com predominância de vias de terra e telhados cinza (RGB)
Residencial Unifamiliar em Lote Privado	Laranja	Pequeno	Rugosa	Sistemático	Retângulos ou lineares	Não	Conjunto de casas distribuídas em quadras e cortadas por malha viária
Residencial Unifamiliar em Condomínio Privado	Branca e Laranja	Pequeno	Mista	Aleatório	Retangular e linear	Não	Conjunto de casas, distribuídas espaçadamente em área delimitadas por muros, com entrada pavimentada e unificada
Malha Viária	Cinza	Médio	Lisa	Sistemático	Linear ou circular	Não	Concreto exposto em áreas bem definidas, ou solo exposto linear, compondo malhas

							viárias
Aeroporto	Cinza e Branca	Grande	Mista	Sistemático	Retangular	Sim	Grandes estruturas dispostas ao lado de uma grande via, de fácil acesso e com aviões na área.
Cemitério	Marrom Claro	Muito pequeno	Rugosa	Sistemático	Pontilhada	Não	Área com vegetação rasteira ou solo exposto, com objetos muito pequenos e poucos estabelecimentos na área
Equipamento Urbano	Branca e Verde	Médio ou Grande	Mista	Aleatório	Aleatória	Não	Parques em áreas residenciais, com lagos, vias de caminhada e pequenos estabelecimentos.
Continua							
Classes	Elementos Visuais						
	Cor (RGB)	Tamanho	Textura	Padrão	Forma	Sombra	Sítio, Situação e Associação
Lote Desoculpado	Marrom ou Verde	Variante	Intermediária	Sistemático	Quadrada ou retangular	Não	Superfícies que rompem com o padrão ao seu entorno, com acesso por malha viária, recoberta com vegetação baixa ou solo exposto
Cobertura Vegetal	Verde	Variante	Rugosa	Aleatório	Amorfa	Sim	Superfícies com vegetação baixa ou média, sem padrão de distribuição definidas e ausência de construção na sua área
Corpos Hídricos	Preto ou Verde Escuro	Variante	Lisa	Aleatório	Amorda	Não	Superfícies lisas, envoltas por vegetação ou solo exposto.

Fonte: Azevedo e Matias (2022)

➤ Índice de cobertura vegetal

Para o mapeamento da cobertura vegetal, foi elaborado utilizando o Índice SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*), criado por Huete (1988). A escolha desse

parâmetro se dá pela amenização da influência do solo na resposta espectral da vegetação que o referido índice permite, sendo importante, pois, o objeto de estudo é uma zona urbana e tem diversos espaços abertos, como arruamentos, praças, entre outros.

Para geração do SAVI, em meio ao SIG ArcGis, foram utilizadas bandas espectrais da CBERS 4A, infravermelho próximo (IVP) e o vermelho (V) e utilizado o valor da constante L igual a 0,5. Explica-se que a escolha desse valor da constante, é devido sua ocorrência para a região nordeste (COSTA, 2018). A fórmula é expressa da seguinte maneira:

$$SAVI = (1 + L) (IV - V) / (L + IV + V) \quad (5)$$

Em que:

L = Constante do Tipo de Solo;

IV = Banda no Infravermelho Próximo;

V = Banda Vermelho.

Posteriormente a realização da equação, foram determinadas o método de classificação por intervalos geométricos, definindo 5 classes de mapeamento estabelecidas por Rosendo (2005) e Costa (2018), sendo definidas por: Vigor Muito Alto, Vigor Alto, Vigor Intermediário, Vigor Baixo e Vigor Muito Baixo de Vegetação.

Quanto maior for o nível de vigor, maior é a concentração de cobertura vegetal na localidade, enquanto menor for o vigor, menor é a concentração de vegetação no ambiente.

➤ Tipo e caracterização pedológica

Na caracterização e definição das classes de solos na zona urbana de Garanhuns, foi realizado o mesmo procedimento utilizado no mapeamento litológico. O uso dos dados vetoriais foi extraído do zoneamento Agroecológico de Pernambuco, com escala cartográfica de 1:100.000.

Contudo, também foi feito uma adaptação e aumento da escala através de trabalho de campo e auxílio das imagens de satélite e fotogramétricas, podendo aumentar o número de detalhes e identificar as classes pedológicas e associar o nível de vulnerabilidade que eles pré-dispõem.

➤ Riscos Ambientais

Para o mapeamento das áreas de riscos ambientais, foi realizado um histórico ambiental da cidade de Garanhuns através de *blogs* de notícias sobre a cidade, buscando elencar os casos que ocorrem nesses últimos 10 anos. Nesse sentido, foi observado uma grande constante, as voçorocas no meio urbano de Garanhuns.

Para o mapeamento das voçorocas, foram utilizadas as imagens de satélite CBERS 4A, imagens do drone e idas ao campo de estudo para confirmação das informações. Destaque para a parceria com a Universidade de Pernambuco, Defesa Civil e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente, pois, já desenvolvem pesquisas e intervenções sobre as voçorocas.

Cardoso e Pires (2010), explicam que a voçoroca é um fenômeno originado de erosões e podem chegar a vários metros de comprimento e profundidade, principalmente pelo fluxo de água que é possibilitado em seu interior, ocorrendo movimentações de sedimentos e chegar até o nível do lençol freático do local onde ocorrem. Nesse sentido, são objetos perigosos para localidade e seu entorno.

Assim, será elaborado a partir das ferramentas ditas e pela parceria com as instituições, um mapeamento das voçorocas e a extração de 50 metros ao redor das mesmas, pois, representam uma área de perigo para a sociedade. Assim, será feito um mapa como produto desse tópico.

Indicadores de Criticidade

Neste momento, serão explicados os processos para elaboração dos indicadores de criticidade urbana e a confecção dos respectivos mapas temáticos. Destarte para a possibilidade de mapeamento de dados socioeconômicos, pois, são dados números e predispõe uma maior dificuldade em especializar.

- Estabelecimentos de educação pré-escolar e estabelecimento de educação Fundamental

O processo de adquirir e espacializar as informações de quantidade de alunos e a espacialização das escolas pré-escolares e de ensino fundamental foi bastante similar, visto que as duas etapas são responsabilidades do governo municipal, sendo a secretária de educação a detentora das informações.

Destarte para mapeamento das escolas públicas, visto que as escolas privadas não disponibilizam tais informações e nem todas são avaliadas pelo governo federal. Assim, através de atividade de campo junto a secretária de educação, foram feitos o

mapeamento utilizando o SIG ArcGis e as imagens de satélite CBERS e o drone para confirmação dos dados. De tal modo, através dos sistemas SAEB/IDEB, forma observados as notas das respectivas escolas.

Criados os pontos dos estabelecimentos educacionais com dados do SAEB/IDEB, foi integrado as informações de quantidade de alunos e, posteriormente, foi criado uma área de influência de 1km para a pré-escola e para o ensino fundamental foi criado classes com áreas de influência sobre cada escola (Muito Distante, Distante, Intermediário, Próximo e Muito Próximo), pois, a própria Lei de Diretrizes e Base da Educação (BRASIL, 2006), no Art. 40, inciso X, diz que “vaga na escola pública de educação infantil ou de ensino fundamental mais próxima de sua residência a toda criança a partir do dia em que completar 4 (quatro) anos de idade.”

Diante de todas as informações, foi elaborado um mapa temático com a ferramenta do ArcGis, *spline*, criando um mapa interpolado de áreas de influência das escolas de nível pré-escolar e fundamental.

➤ Estabelecimento de Ensino Médio e Estabelecimentos de Ensino Superior.

Para o mapeamento das escolas de ensino médio e de ensino superior, seguiu a mesma lógica do último tópico, contudo, a diferença foi o local da coleta dessas informações, no primeiro caso foi a Gerência Regional de Educação Estadual, situada na cidade. Já para o ensino superior, foi trabalho de campo em todas as instituições públicas de Garanhuns, sendo apenas 4, Universidade de Pernambuco - UPE, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, Autarquia de Ensino Superior de Garanhuns – AESGA e Instituto Federal de Pernambuco – IFPE.

Sobre as avaliações das notas de cada estabelecimento de nível médio, foi consultado através dos sistemas SAEB/IDEB, forma observados as notas das respectivas escolas.

Já para as instituições de ensino superior, foi consultado o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES, que atribui nota de acordo com três pilares: ensino, pesquisa e extensão, conferindo notas de 1 a 5, quanto mais perto de 1, menos satisfatório, quanto mais perto de 5, maior a excelência.

Diante dessas informações, foi feito o mesmo processo, através da ferramenta do ArcGis, *spline*, foi criado classes com áreas de influência sobre cada escola (Muito Distante, Distante, Intermediário, próximo e muito próximo), estadual e instituições de ensino superior.

➤ Estabelecimentos Culturais

Para o mapeamento de estabelecimentos culturais, levou-se em consideração estabelecimentos que sejam palco de reflexões sobre a sociedade, gerando um componente crítico, sendo museus e bibliotecas públicas, o alvo do levantamento a ser mapeado.

Nesse sentido, o procedimento também contou com o uso do SIG ArcGis e as imagens de satélite CBERS e o drone para confirmação dos dados, além das idas a campo para certificação e precisão das informações.

Assim, foi elaborado um mapa temático com a ferramenta do ArcGis, foi criada uma área de influência de 5 km ao redor de museus e bibliotecas na cidade de Garanhuns.

Indicadores de Capacidade de Suporte

➤ Resíduos urbanos recolhidos

Para realização do mapeamento de resíduos sólidos urbanos, foram utilizadas idas ao campo de estudos, além das ferramentas de geoprocessamento, seja imagens de satélite, drones, fotogrametria e idas a campo para levantamento de informações. Além disso, visitas à Prefeitura de Garanhuns e a empresa terceirizada foram feitas para obtenção de dados.

Este tópico, tem o objetivo de mapear áreas, que recebem por parte da empresa terceirizada, de recolhimento dos resíduos sólidos e o espaçamento temporal entre a passagem do caminhão de lixo. Além disso, o intuito é identificar pontos críticos de despejo de irregulares de lixo domiciliar e resíduos sólidos, indicando localidades com maior dificuldade de coleta de material urbano (GRAÇA CRUZ *et al.*, 2017).

Para a elaboração do mapa, foram feitos os levantamentos de informações e integrados no SIG ArcGis, colocando junto a tabulação a informação de vezes que o caminhão de lixo passa nas localidades por semana. O mapa está espacializado entre os bairros, indicando pesos em relação aqueles bairros que tem mais pontos irregulares de lixo como bairros que tem menos capacidade de recolhimento dos resíduos sólidos e aqueles que tem menor pontos irregulares tem uma melhor capacidade de recolhimento.

➤ Agências e correspondentes bancários

Para o mapeamento de agências e correspondentes bancários, foram realizadas idas a campo e imagens de satélites para criação de pontos vetoriais indicando a localização desses objetos. A partir da criação desses pontos, foi possível realizar um mapa através da ferramenta do ArcGis, *Buffer*, utilizando o parâmetro de 1 km para construção de áreas de influência desses postos.

A consideração desse indicador é que quanto mais postos financeiros uma sociedade dispõe, mais facilidade ela terá em acessar o dinheiro em casos de risco para sua recuperação das consequências de riscos socioambientais.

➤ Hotelaria

Sobre os indicadores de turismo, o intuito não é saber a capacidade turística na cidade, mas sim, perceber a quantidade de hotéis e camas, pois, em casos de extremos de riscos, pessoas podem ficar desabrigadas, servindo assim, essas localidades representariam possibilidades de alocação de pessoas.

Esta é uma medida que vem acontecendo em outras localidades, como no litoral norte de São Paulo, onde ocorreram chuvas torrenciais e que desabrigaram pessoas, que foram realocadas para os hotéis da região. Assim, é uma medida financeira ótima para os hotéis, visto que supriria as vagas e boa para as gestões que abrigariam pessoas.

Para o mapeamento dos estabelecimentos hoteleiros e de pousadas, foram realizadas idas a campo e imagens de satélites para criação de pontos vetoriais indicando a localização desses objetos. A partir da criação desses pontos, foi possível realizar um mapa através da ferramenta do ArcGis, *Buffer*, utilizando um parâmetro de 5 km, criando um mapa interpolado de áreas de influência desses pontos.

➤ Corporações de bombeiros

Para o mapeamento das corporações de bombeiros situados na zona urbana, foi utilizado idas a campo e imagens de satélites para criação de pontos vetoriais indicando a localização desses objetos. A partir da criação desses pontos, foi possível realizar um mapa através da ferramenta do ArcGis, *Buffer*, utilizando um parâmetro de 5 km, criando um mapa interpolado de áreas de influência desses pontos.

Reitera-se a necessidade da proximidade desses equipamentos a localidades sujeitas ao risco, pois, são os profissionais responsáveis por salvar e proteger vidas, sendo claramente indicadores da capacidade de suporte.

➤ Serviço de Saúde Básica

Para a elaboração do mapeamento das ambulâncias e sua lotação, unidades básicas de saúde, hospitais e a quantidade de leitos e, proximidade de postos de serviços básicos de saúde (postos de saúde), foi consultada a secretária municipal e estadual de saúde. De posse dessas informações, foi realizado um mapeamento através do SIG ArcGis, criando pontos vetoriais integrados com a quantidade de cada hospital e ambulância, utilizando a técnica *spline*, sendo considerada uma interpolação dos dados, visto que quanto mais próximo, maiores serão as localidades ajudadas, gerando um mapa temático a ser analisado e utilizado na análise da vulnerabilidade socioambiental de Garanhuns.

Já para as unidades básicas de saúde, Colussi e Pereira (2016), recomendam que as áreas de influência das unidades básicas de saúde, devem ser criadas a partir de uma série de elementos, como quantidade de famílias atendidas, barreiras geográficas, limites de bairros e até raio de um quilometro. Sendo assim, foram construídas em ambiente SIG um mapeamento das localidades de cada ponto e sua respectiva área de influência.

➤ Companhias de Seguros e Farmácias

Para a elaboração do mapeamento de companhias de seguros e farmácias, foi realizado um trabalho de campo junto a Câmara dos Dirigentes Lojistas, identificando as localidades existentes desses estabelecimentos.

A partir dessas informações, foi criado de pontos vetoriais indicando a localização desses objetos. A partir da criação desses pontos, foi possível realizar um mapa através da ferramenta do ArcGis, *Buffer*, utilizando um parâmetro de 2 km, criando um mapa interpolado de áreas de influência desses pontos.

➤ Transporte Público

Avaliar o grau de conectividade da área sujeita a uma nova ação urbana e o restante do tecido urbano, pela presença de transportes públicos. O objetivo é facilitar o

enquadramento territorial da nova ação é realizado com critérios de mobilidade sustentável.

A presença prévia de paragens de transportes públicos no âmbito da ação ou na sua área de influência é uma vantagem comparativa ao executar uma nova ação planeamento, que assim parte de condições iniciais mais favoráveis e reduz o investimento nos transportes que devem necessariamente ser enfrentados pela administração.

De forma a conseguir uma predominância de futuras deslocações feitas em meios de transporte alternativos ao automóvel particular, o transporte público deve relacionar-se de forma fluida e desenvolvimento urbano fácil com o tecido existente.

Uma rede suficientemente extensa e diversificada de diferentes meios de transporte permite-nos cobrir homogeneamente o território, estrutura-o e evita o isolamento de certos tecidos, ao mesmo tempo em que promove uma mobilidade racional, sustentável e democrática. Essas redes de transporte se tornam um verdadeiro meio de transporte se tiverem sua própria rede interligados em todo o território e também segregados do resto dos modos de transporte em superfície.

Nesse sentido, Rueda (2012), traz uma metodológica para definição da área de influência das paradas de ônibus em meio a zona urbana, sendo definido uma área de 300 metros.

A análise é obtida georreferenciando a localização dos diferentes modos de transporte. Dessa forma, é possível observar aquelas que estão no escopo de atuação e sua área de influência, e se seu número é suficiente para atender aos objetivos. Com esta ferramenta você também pode conhecer a superfície do escopo para saber o que critérios a adotar na avaliação.

Assim, foi utilizado imagens de satélite, informações da Prefeitura de Garanhuns para identificar todos as paradas de ônibus e posteriormente inseri-los em ambiente SIG para definição das áreas de influência segundo Rueda (2012).

Elaboração do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental

Em termos operacionais, o que diz respeito a cartografia das vulnerabilidades socioambientais, definem-se pela articulação do chamado risco social e ambiental, como se correspondessem a duas faces da mesma moeda, de um lado a natureza e sua

dinâmica, e do outro a sociedade, sua economia e cultura, potencialmente afetados (CUNHA *et al.*, 2011).

Esta etapa tem a finalidade de demonstrar como será a integração dos indicadores dos elementos físicos e sua organização (vulnerabilidade ambiental), a criticidade da população e a capacidade de suporte da cidade, gerando uma análise da vulnerabilidade socioambiental. Nesse sentido, foi empregado o método de Processo Hierárquico Analítico ou “*Analytic Hierarchy Process – AHP*”, criado por Tomas L. Saaty no início da década de 70, considerado o método de análise multicritério mais amplamente utilizado no apoio de soluções de problemas envolvendo uma grande diversidade de critérios (MARINS *et al.*, 2009).

O AHP é um método que estrutura, organiza e analisa um conjunto de dados e informações baseado na relação de comparação dos indicadores. A aplicação se dá através da decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho (SAATY, 1991). Para desenvolver esse método é necessário a elaboração de mecanismos de ponderação para a interpretação dos critérios dos indicadores de vulnerabilidade, identificando as prioridades e a relevância local.

O AHP divide o problema geral em avaliações dos menores elementos, enquanto mantém, a participação dos mesmos a decisão geral.

Assim, seguindo a organização metodológica estabelecida por Cutter (1996, 2003, 2011) e Mendes *et al.* (2009), utilizando o método AHP, é necessário hierarquizar e elaborar os dados físicos e organizacionais da cidade, usando os indicadores de vulnerabilidade ambiental (Quadro 5).

Posteriormente, elaborar a vulnerabilidade social integrando os indicadores de Criticidade (Quadro 6) e a Capacidade de Suporte (Quadro 7), elaborando um mapeamento social a nível dos setores censitários.

Para realização dos mapeamentos de vulnerabilidade ambiental e social (criticidade e capacidade de suporte), foram necessários cruzar essas informações, estabelecendo uma relação de importância entre as variáveis e pesos previstas pela AHP. Como forma de ponderação da interpretação dos indicadores na avaliação da vulnerabilidade socioambiental, foi consultado bibliográfica extensa para a definição

dos pesos e valores, a fim de compreender o contexto e as práticas da cidade de Garanhuns, de maneira interdisciplinar e ampla. Dentre os autores consultados estão: Cutter (1996, 2003, 2011); Deschamps (2004); Hogan (2007); Deschamps (2009); Mendes *et al* (2009); Almeida (2010); Alves *et al.* (2010); Kaminski (2010); Cunha *et al.* (2011); Rueda (2012); IBGE (2013); Daga *et al.* (2015); Freitas e Cunha (2015); Pupphachai E Zuidema (2016); Tiz (2016); Oliveira (2017); Ameen e Mourshed (2018); Malta (2018); Vasconcelos (2019); Santos *et al.* (2020). Contudo, para diminuição do valor de subjetividade, foram consultados especialistas na vulnerabilidade socioambiental, pontuando os valores de importância.

Trabalhos utilizando o método AHP, costumam inserir matrizes de comparação entre as variáveis, inferindo notas e cargas para cada um a partir do nível de influência entre os elementos ao fenômeno estudado. Assim, Dutra e Fogliatto (2007), explicam que quando temos dois elementos e precisamos comparados em matrizes de comparação AHP, é usado o valor 1 quando não existe diferenças entre “x” e “y”, contudo, quando a diferença é muito maior ou “x” é mais preferido, é utilizado o valor 9. Neste caso, o oposto também é verdadeiro e, valores intermediários dessa escala de preferência ou importância denotam situações de compromisso.

Definindo os pesos e os valores, será inserido essas informações em ambiente SIG e determinar o grau de importância dos indicadores de vulnerabilidade urbana, que serão caracterizados dentro da escala de importância de 1 a 9, onde quanto mais próximo de 9, maior a sua importância e quanto mais próximo de 1, menor a sua importância (Quadro 10):

Quadro 10: Referência de valores do grau de importância.

Sendo os valores intermediários uma classificação entre um e outro valor.	1- mesma importância
	3- importância um pouco maior
	5-importância medianamente maior
	7-maior importância
	9-importância muito maior

Fonte: Saaty (1991). Elaborado pelo autor.

Com a integração do resultado dos indicadores definidos pelo grau de importância na vulnerabilidade, foi possível estabelecer uma avaliação de do contexto urbano e das práticas feitas sobre o sistema urbano.

Nesse sentido, foram feitas matrizes de comparações quadradas recíprocas, através da média de notas aplicadas pelos 3 especialistas questionados, utilizando valores unitários na diagonal principal sobre a vulnerabilidade ambiental, criticidade e a capacidade de suporte, podendo ser visualizadas nos apêndices do trabalho. Contudo, com a posse das médias, foram normatizados e avaliados os resultados, analisando o autovetor, número de critérios, produto vetorial, Lambda, Lambda máximo, índice de consistência, índice randômico e a razão de consistência, indicados por Dutra e Fogliatto (2007) para validação dos dados a serem utilizados.

Tabela 2 Normatização e Validação dos dados da Vulnerabilidade Ambiental

Indicadores	Soma Linhas	Auto Vetor (W)	Número de Critérios	Produto Vetorial	Lambda	Lambda Máximo	Índice de Consistência	Índice Randômico	Razão de Consistência
Estrutura Geológica	4,71	0,16	9	4,40	26,93	23,44	1,81	1,45	0,8032226
Precipitação	3,71	0,13		3,73	28,96				
Temperatura	3,21	0,11		2,95	26,52				
Declividade	3,08	0,11		3,94	36,92				
APPs	2,00	0,07		1,88	27,07				
Uso e Ocupação da Terra	2,80	0,10		2,11	21,78				
Índice de Cobertura Vegetal	3,35	0,12		1,54	13,29				
Tipo e Característica pedológica	3,28	0,11		1,94	17,06				
Riscos Ambientais*	2,67	0,09		1,15	12,45				

Tabela 3 Normalização e Validação dos dados de Criticidade

Indicadores	Soma Linhas	Auto Veto (W)	Número de Critérios	Produto Vetorial	Lambda	Lambda Máximo	Índice de Consistência	Índice Randômico	Razão de Consistência
Estabelecimento de educação em etapa pré-escolar	10,29	0,27	5	1,80	6,63	6,80	0,45	1,12	0,40
Estabelecimento de educação em etapa Fundamental*	9,22	0,24		1,63	6,71				
Estabelecimento de educação em etapa Médio*	9,84	0,26		1,76	6,80				
Estabelecimento de ensino em nível superior*	5,12	0,13		0,93	6,92				
Estabelecimentos Culturais*	3,52	0,09		0,64	6,94				

Tabela 4 Normalização e Validação dos dados da Capacidade de Suporte

Indicador	Soma Linhas	Autor Veto (W)	Número de Critérios	Produto Vetorial	Lambda	Lambda Máximo	Índice de Consistência	Índice Randômico	Razão de Consistência
Resíduos urbanos recolhidos	8,23	0,20	10	3,24	16,56	26,51	1,83	1,49	0,81
Bancos e caixas econômicos*	7,23	0,17		1,97	11,48				
Capacidade hoteleira*	6,69	0,16		2,57	16,17				
Corporações de bombeiros	6,24	0,15		2,26	15,24				
Ambulâncias	4,87	0,12		1,92	16,59				
Área de influência de Hospitais	3,50	0,08		1,99	23,96				
Companhias de seguros*	2,13	0,05		1,05	20,74				
Farmácias*	1,62	0,04		0,98	25,45				
Rede de serviços básicos	1,14	0,03		1,64	60,51				

Proximidade das Paradas de Transporte Público	0,44	0,01		0,61	58,43				
---	------	------	--	------	-------	--	--	--	--

A partir da normatização e validação dos dados para vulnerabilidade ambiental, criticidade e capacidade de suporte, foi observado que os valores da razão de consistência são próximos a zero, indicando que existe segurança e coerência nos resultados avaliados pelos especialistas (DUTRA e FOGLIATTO, 2007). Nesse sentido, os valores do Autovetor (W), serão aplicados como peso de cada indicador, sendo sua soma totalizando 1.

A partir da elaboração dos pesos de cada indicador de vulnerabilidade, nos quais foram atribuídas cargas individuais para as variáveis que compõem cada parâmetro, a partir da análise de especialistas. Sendo adotado esse procedimento para diminuir o grau de subjetividade. Os valores podem ser observados nas Tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5 Atribuição de Pesos e Cargas para Vulnerabilidade Ambiental

Atribuição de Pesos e Cargas para Vulnerabilidade Ambiental			
Parâmetro	Variável	Carga	Peso
Estrutura Geológica	Belém do São Francisco	4	0,16
	Complexo Cabrobó – unidade 3	3	
	Complexo Cabrobó – unidade 4	2	
Precipitação	932,12 - 948,46	3	0,13
	948,46 - 961,63	4	
	961,63 - 971,84	5	
	971,84 - 981,60	6	
	981,60 - 989,99	8	
Temperatura	19,80 - 19,90	2	0,11
	19,90 - 20,03	3	
	20,03 - 20,17	4	
	20,17 - 20,34	5	
	20,34 - 20,49	5	
Declividade	Plano	8	0,11
	Suave Ondulado	2	
	Ondulado	3	
	Forte Ondulado	6	
	Montanhoso	8	

APPs	Cursos d'água	8	0,07
	Nascentes	7	
	Declividade	9	
Uso da Terra	Área Agrícola Urbana	3	0,10
	Comercial e Serviços em Lote Médio	5	
	Comercial e Serviços em Lote Grande	6	
	Industrial	8	
	Residencial Plurifamiliar em Lote Privado	2	
	Residencial Plurifamiliar em Condomínio Privado	2	
	Residencial Plurifamiliar Informal	7	
	Residencial Unifamiliar em Lote Privado	2	
	Residencial Unifamiliar em Condomínio Privado	3	
	Cemitério	5	
	Equipamento Urbano	4	
	Lote Desocupado	9	
	Cobertura Vegetal	2	
Continua			
Atribuição de Pesos e Cargas para Vulnerabilidade Ambiental			
Parâmetro	Variável	Carga	Peso
Índice de Cobertura Vegetal	Vigor Muito Alto	2	0,12
	Vigor Alto	3	
	Vigor Intermediário	5	
	Vigor Baixo	7	
	Vigor Muito Baixo de Vegetação	9	
Tipo e Característica pedológica	Argissolo vermelho-amarelo	5	0,11
	Neossolo Regolítico	8	
Riscos Ambientais	Voçorocas	9	0,09

Tabela 6 Atribuição de Pesos e Cargas para Criticidade

Atribuição de Pesos e Cargas para Criticidade			
Parâmetro	Variável	Carga	Peso
Estabelecimento de educação em etapa pré-escolar	Área Dentro da Zona de Influência	3	0,27
	Área Fora da Zona de Influência	8	

Estabelecimento de educação em etapa Fundamental	Área Dentro da Zona de Influência	3	0,24
	Área Fora da Zona de Influência	8	
Estabelecimento de educação em etapa Médio	Área Dentro da Zona de Influência	3	0,26
	Área Fora da Zona de Influência	8	
Estabelecimento de ensino em nível superior	Área Dentro da Zona de Influência	3	0,13
	Área Fora da Zona de Influência	8	
Estabelecimentos Culturais	Área Dentro da Zona de Influência	3	0,09
	Área Fora da Zona de Influência	8	

Tabela 7 Atribuição de Pesos e Cargas para Capacidade de Suporte

Atribuição de Pesos e Cargas para Capacidade de Suporte			
Parâmetro	Variável	Carga	Peso
Resíduos urbanos recolhidos	Nível Alto (Acima de 10 irregularidades)	9	0,20
	Nível Médio (Entre 5 a 10 irregularidades)	5	
	Nível Baixo (Menos que 5 irregularidades)	3	
Bancos e caixas económicos	Área Dentro da Zona de Influência	2	0,17
	Área Fora da Zona de Influência	8	
Capacidade hoteleira	Local com Muitas Altas Acomodações	2	0,16
	Local com Altas Acomodações	3	
	Local com Intermediária Acomodações	5	
	Local com Baixas Acomodações	6	
	Local com Muitas Baixas Acomodações	8	
Corporações de bombeiros	Área Dentro da Zona de Influência	2	0,15
	Área Fora da Zona de Influência	7	
Ambulâncias	Área Muito Próxima	2	0,12

	Área Próxima	3	
	Área Afastada	5	
	Área Muito Afastada	8	
Área de influência de Hospitais	Área Muito Próxima	2	0,08
	Área Próxima	3	
	Área Intermediária	5	
	Área Afastada	6	
	Área Muito Afastada	8	
Companhias de seguros	Área Dentro da Zona de Influência	3	0,05
	Área Fora da Zona de Influência	7	
Farmácias	Área Dentro da Zona de Influência	3	0,04
	Área Fora da Zona de Influência	7	
Rede de serviços básicos	Área Dentro da Zona de Influência	1	0,03
	Área Fora da Zona de Influência	8	
Proximidade das Paradas de Transporte Público	Área Dentro da Zona de Influência	3	0,01
	Área Fora da Zona de Influência	8	

De posse dos pesos e cargas de cada indicador e sua variável, o mapeamento da vulnerabilidade ambiental, prosseguiu utilizando o método de sobreposição multicritério ponderado em ambiente SIG, estabelecendo 5 classes de vulnerabilidade através da técnica Quantis em ambiente SIG, sendo elas: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto de vulnerabilidade (Tabela 8), utilizando a seguinte equação:

Tabela 8: Valores da Análise Multicritério Ponderada da Vulnerabilidade Ambiental

Análise Multicritério Ponderada		
Mapa	Classes	Escala de Valor
Vulnerabilidade Ambiental	Muito Alto	5
	Alto	4
	Médio	3
	Baixo	2
	Muito Baixo	1

Equação: Vulnerabilidade ambiental

$$= \text{indicador} * \text{Peso} + \text{Indicador} * \text{Peso} / \text{quantidade de indicadores}$$

Da mesma forma, foi aplicado o método de sobreposição multicritério ponderado em ambiente SIG para o mapa de criticidade e a capacidade de suporte, elas

foram classificadas a partir da mesma técnica, Quantis, podendo ser observado a partir da seguinte equação e da seguinte Tabela (9):

Equação: Análise de Criticidade

$$= \text{indicador} * \text{Peso} + \text{Indicador} * \text{Peso} / \text{quantidade de indicadores}$$

Equação: Análise de Capacidade de Suporte

$$= \text{indicador} * \text{Peso} + \text{Indicador} * \text{Peso} / \text{quantidade de indicadores}$$

Tabela 8 Tabela 98 Valores da Análise Multicritério Ponderada da Criticidade e Capacidade de Suporte

Análise Multicritério Ponderada		
Mapas	Classes	Escala de Valor
Criticidade	Muito Alto	5
	Alto	4
	Médio	3
	Baixo	2
	Muito Baixo	1
Capacidade de Suporte	Muito Alto	5
	Alto	4
	Médio	3
	Baixo	2
	Muito Baixo	1

Posteriormente a elaboração dos mapas de criticidade e de capacidade de suporte, segundo Silva e Camargo (2017), um método para integração de informações e elaboração do mapa de vulnerabilidade social, é a utilização da álgebra de mapas através da média aritmética sob os mapas gerados, uma vez que as informações são equilibradas (Mendes *et al.*, 2009; Cutter, 1996, 2003, 2011) para a obtenção do mapeamento da vulnerabilidade social da cidade de Garanhuns, feita a partir da seguinte equação:

$$\text{Equação: Vulnerabilidade Social} = \text{Criticidade} * 0,5 + \text{Capacidade de Suporte} * 0,5 / 100$$

Com os mapas de vulnerabilidade ambiental e social, foram classificados utilizando a mesma técnica Quantis em ambiente SIG, isto é, a partir da distribuição de frequência espacial do fenômeno da vulnerabilidade em relação a sua ocorrência espacial no meio urbano, utilizando as seguintes 5 classes: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto de vulnerabilidade.

Com os produtos de vulnerabilidade ambiental e social elaborados respectivamente, foram integrados pelo método multicritério ponderado utilizando a

Tabela 9 e a seguinte equação, produzindo o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental da cidade de Garanhuns.

$$\text{Equação: Vulnerabilidade socioambiental} \\ = \text{Vulnerabilidade Ambiental} * 0,5 + \text{Vulnerabilidade Social} * 0,5$$

Tabela 9 Valores da Análise Multicritério Ponderado para Vulnerabilidade Socioambiental

Análise Multicritério Ponderada			
Mapas	Influência (%)	Classes	Escala de Valor
Vulnerabilidade Ambiental	50	Muito Alto	5
		Alto	4
		Médio	3
		Baixo	2
		Muito Baixo	1
Vulnerabilidade Social	50	Muito Alto	5
		Alto	4
		Médio	3
		Baixo	2
		Muito Baixo	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Com elaboração desses pressupostos metodológicos e técnicos, foi construído o índice de vulnerabilidade socioambiental da cidade de Garanhuns, buscando identificar as localidades com maior indicação de riscos e capacidade de suporte, auxiliando para o entendimento da problemática e amparando possíveis planejamentos e gerenciamento por partes das entidades e gestores públicos.

5 Resultados

5.1 Indicadores para elaboração da vulnerabilidade socioambiental de Garanhuns

5.1.1 Vulnerabilidade Ambiental

Para elaboração da vulnerabilidade ambiental, foi realizado o levantamento de dados/informações e a confecção de mapas temáticos, explorando os indicadores propostos e elementos que pudessem ser integrados em ambiente SIG, servindo de análise para compreensão do fenômeno.

➤ Estrutura Geológica

A cidade de Garanhuns está inteiramente situada na região sul do planalto da Borborema, localizada na porção meridional de um cinturão orogenético ativado ao final do Éon proterozóico (COSTA, 2018). Esta localização, confere ao meio urbano de Garanhuns, características geológicas muito similares a toda região, mesmo estando em uma localidade bastante elevada.

O planalto da Borborema, foi formado a partir da convergência e aglutinação dos crátons durante a era do Neoproterozóico, construindo o supercontinente Gondwana Oeste, onde na subsequente fragmentação do mesmo, ocorreu a abertura do oceano

atlântico sul (CPRM, 2007). Segundo pesquisadores do Serviço Geológico Brasileiro no referido estudo, é possível confirmar que a partir dos dados estruturais, geocronológicos e geofísicos do planalto da Borborema, a ocorrência de processos orogenéticos na transamazônica/eburniana e brasileira/panafricana, junto com os longos lineamento (Transbrasiliiano, Senador Pompeu-Ilé Ifé, Patos -Adamaoua, Pernambuco – Sanaga), atrelados a zonas de cisalhamento, foram responsáveis pela estruturação do planalto.

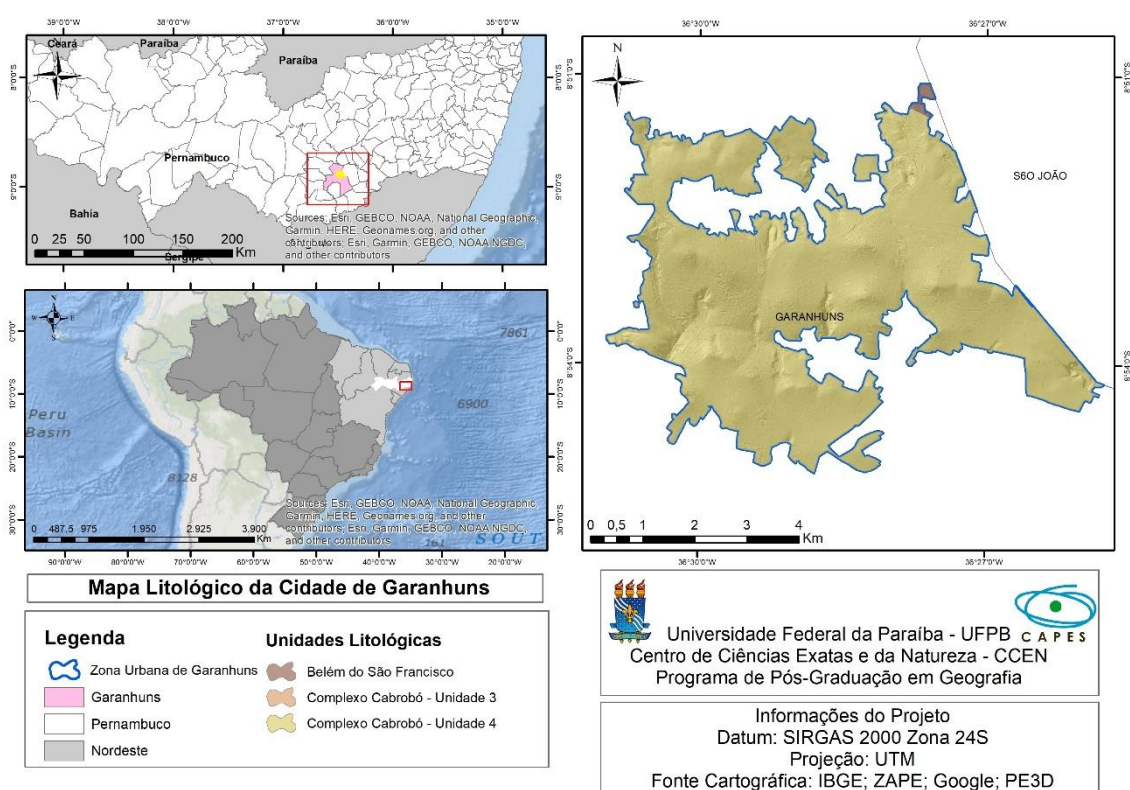
Nesta região da cidade de Garanhuns, podem ser analisados através de 3 ciclos tectono-metamórficos, responsáveis pelo desencadeamento de zonas de intensamente fraturadas e com zonas de cisalhamento, sendo mais tardiamente havendo uma série de fraturas na direção norte-sul, principalmente associadas as zonas de escoamento fluvial, visto que a localidade tem diversas nascentes e riachos (SANTOS, 2013).

A característica estrutural na cidade levou a construção de uma vertente escalonada na direção Sul-Sudeste, culminando em uma cimeira qualificada como intensamente dobrada com poucas regiões aplainadas, com diversas cicatrizes erosivas naturais e outras provocadas pela ocupação humana, principalmente, a falta de saneamento básico em relação a esgoto.

Os processos intempéricos atuantes na região geológica de Garanhuns, apresentam pela perspectiva física e química, baixa a alta (ZAPE, 2001), visto que é uma localidade com uma variação de temperatura e pluviosidade bastante elevada durante o ano todo.

Assim, foi elaborado a partir dos dados do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco, EMBRAPA e trabalhos de campo, um mapeamento da síntese litológica da cidade de Garanhuns, observando dois complexos: Belém de São Francisco e de Cabrobó – unidade 1 e 2 (Figura 28).

Figura 28 Mapa Litológico da Cidade de Garanhuns – PE.



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Desta maneira, apresentamos a síntese da descrição de cada um dos complexos e sua unidade litológica presentes no objeto de estudo, seguindo as definições e conceitos da Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2007) e COSTA (2018):

- **Belém do São Francisco:** Este complexo é datado do éon Proterozóico, da era Mesoproterozóica e do período Esteniano, com idade máxima de 1.070 e mínima de 1.001 bilhões de anos. É composto por rochas metamórficas, formadas a partir do metamorfismo regional, e plutônicas, com presença das seguintes rochas: anfibólito, migmatito, metadiorito, ortognaisse granodiorítico e ortognaisse tonalítico.
- **Complexo Cabrobó – unidade 3:** Esta unidade se assemelha à anterior, sendo datada do éon Proterozóico, da era Mesoproterozóica e do período Esteniano, com idade máxima de 1.200 e mínima de 1.001 bilhões de anos. Tal qual a anterior, é composta também por rochas metamórficas, formadas pelo metamorfismo regional, mas conta apenas com a presença de Cianita-granada metagrauvaca turbidítica.

- Complexo Cabrobó – unidade 4: Como unidade do mesmo complexo, esta é, assim como as anteriores, datada do éon Proterozóico, da era Mesoproterozóica e do período Esteniano, com idade máxima de 1.200 e mínima de 1.001 bilhões de anos. É formada por rochas metamórficas, criadas a partir do metamorfismo regional, e apresenta Quartzitos micáceos, quartzitos-feldspáticos e metarcósios bandados com intercalações de rochas calcissilicáticas

Diante das informações obtidas, é possível observar que são complexos compostos em sua maioria de rochas metamórficas, formadas a partir do metamorfismo regional, pelo aterramento natural de massas e submetidas a intensas condições de pressão e temperatura. Característica inerente a toda folha de Garanhuns SC.24-X-B-VI.

Sobre a resistência dessas rochas metamórficas na cidade de Garanhuns, podemos observar as ponderações de Crepani (2001), ao dizer que “as principais rochas metamórficas podem ser ordenadas numa sequência, relativa e empírica, de resistência ao intemperismo indo do metaquartzito ao mármore”:

Quartzito → Granulito → Migmatitos → Gnaisses → Milonitos → Xisto → Anfibolitos
→Filitos → Ardósia → Mármore

Assim, podemos observar que pela composição, o complexo Cabrobó – unidade 4, tem uma maior resistência em relação as outras localidades, justamente pela maior concentração de Quartzito em sua composição, sendo encontrada na maior parte da cidade de Garanhuns, cerca de 30 km². Desta maneira, grande parte da zona urbana, apresenta baixa susceptibilidade a acidentes geológicos.

Enquanto aos outros complexos, também tem baixa susceptibilidade, pois, são encontrados migmatitos e gnaisses em suas estruturas, sendo mais suscetíveis que os quartzitos, mas ainda estáveis se comparado com outros materiais litológicos.

Desta maneira, podemos observar que em toda a zona urbana de Garanhuns, existe uma estabilidade geológica com baixa susceptibilidade a acidentes geológicos, com pequenos deslizamentos e/ou quedas de blocos, fornecendo uma maior estabilidade para os movimentos de produção e reprodução do espaço físico da cidade.

➤ Médias de Precipitação

As características climáticas têm grande importância na análise da vulnerabilidade socioambiental em ambientes urbanos, uma vez que influenciam na dinâmica e na capacidade de suporte da cidade em manejar os possíveis cenários de risco para população. Desta maneira, é fundamental elencar características climáticas, principalmente as pluviométricas e suas respectivas médias, identificando cenários de intensidade ao longo do tempo.

No nordeste brasileiro, região a qual o objeto de estudo está inserido, tem uma relação muito presente em relação as suas características climáticas, uma vez que é uma localidade conhecida por sua alta expressão de temperatura, alta evapotranspiração e chuvas esparsas ao longo do ano. Contudo, a região destaca-se por ter um clima mais úmido próximo ao litoral leste, conhecido como tropical úmido e em seu interior um clima mais árido.

Autores como Araújo *et al.* (2015), Silva *et al.* (2008) e Costa (2018), observam que o clima nordestino corresponde aos efeitos dinâmicos atmosféricos onde os principais responsáveis pela ocorrência dos fenômenos e períodos pluviométricos são devidos três fatores predominantes.

Segundo os referidos autores, o primeiro está relacionado com a penetração de frentes frias oriundas do sul do continente, que favorecem a precipitação nos meses de dezembro e janeiro. O segundo efeito é a convergência de massa nos níveis baixos, atreladas ao movimento ascensionário vertical, favorecendo a precipitação em fevereiro. Por fim, ocorre uma separação de massa nos baixos níveis, convergência no nível médio atrelado ao movimento vertical descendente, inibindo a precipitação.

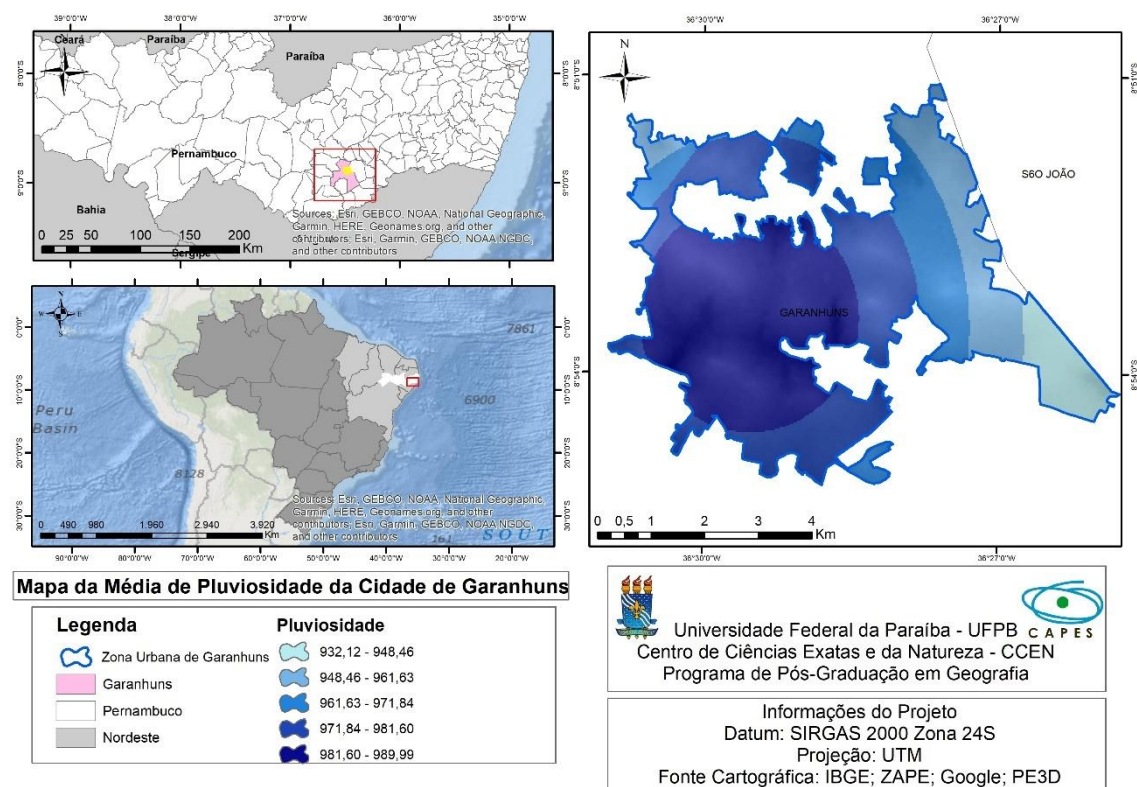
Assim, segundo os autores, a maior parcela de precipitação está nos meses de verão no nordeste brasileiro, entre janeiro e fevereiro, sendo assim, os outros meses do ano, representam uma menor quantidade de pluviosidade, destacando um fenômeno de estiagem natural e seca no quesito social.

Autores como Gomes (2015), observam que a precipitação média na região de Garanhuns é de 900mm anuais, concentrados no período de fevereiro a agosto, correspondendo a uma média de 73% da pluviosidade anual. Ressalta-se que o motivo para as chuvas se concentrarem nesse período, é devido aos distúrbios vindos do oceano atlântico, associados com os sistemas de convergência dos alísios e brisas terrestres que intensificam a precipitação, principalmente a noite, pois, existe uma diminuição da

temperatura e uma maior capacidade de formação de chuvas. As referidas frentes não são responsáveis pelo clima do agreste, pois os vórtices ciclônicos de ar superior são os principais atuantes nos meses mais chuvosos.

Através da compilação, correção e análise dos dados obtidos pela APAC, foram geradas as médias de precipitação dos últimos de 10 anos de quatros postos pluviométricos mais próximos da zona urbana de Garanhuns, podendo ser utilizados para análise da vulnerabilidade socioambiental (Figura 29).

Figura 29 Mapa da média anual de pluviosidade da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Diante do mapeamento da precipitação da cidade de Garanhuns nos últimos 10 anos, foi possível observar que a maior concentração foi observada nas áreas com uma maior altitude, corroborando a ideia de que existe uma maior umidade em locais mais altos. Também é possível observar que o autor Gomes (2015), está correto ao afirmar que a maior concentração de precipitação ocorre no período de inverno e tem uma média superior a 900mm, sendo as áreas mais úmidas com 990mm nos últimos anos.

Outro ponto a se observar, segundo o autor, é a ocorrência de cenários mensais de chuvas mais intensas, principalmente em meses de verão, conhecidas como “chuvas de verão”, trazendo altas quantidades de água.

➤ Médias de Temperatura

As zonas urbanas são consideradas modificadoras do microclima, devido a sua capacidade de produção e reprodução do espaço geográfico, transformando áreas com cobertura vegetal em áreas antropizadas com edificações, impermeabilização do solo e a emissão de gases poluentes (OLIVEIRA, 2022).

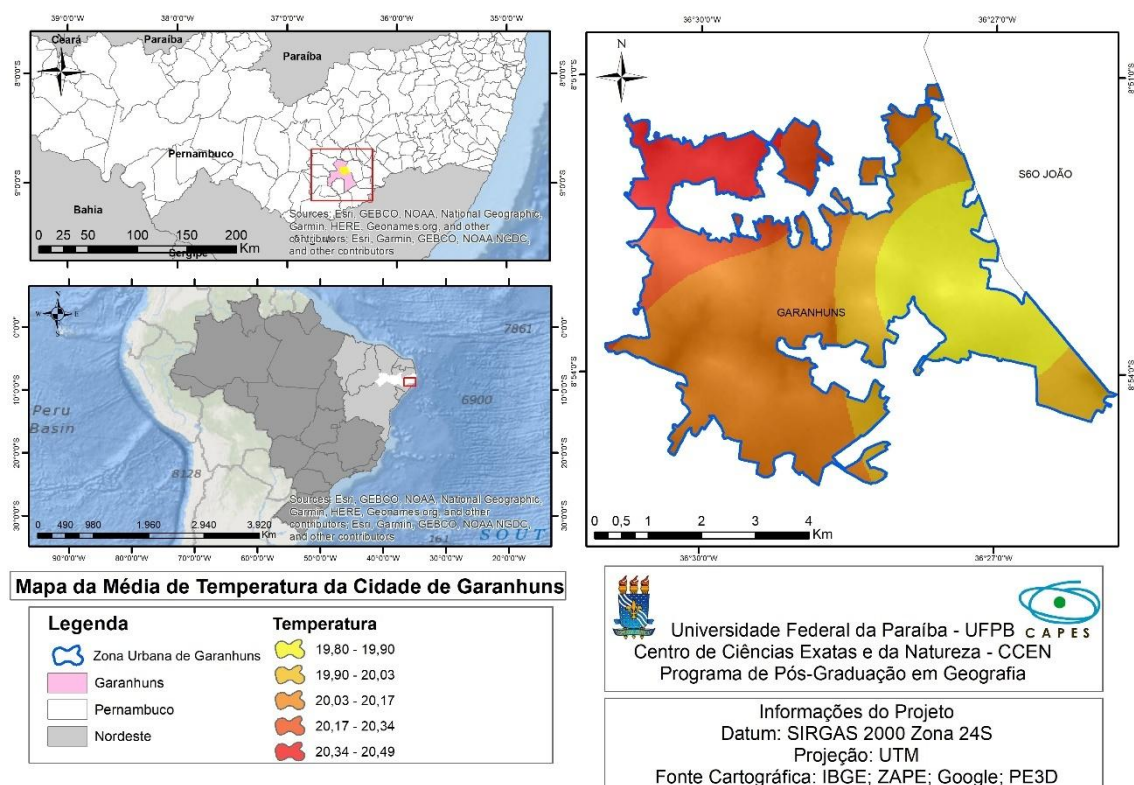
Nesse sentido, a temperatura de uma cidade expõe um indicador de qualidade/conforto e fragilidade, pois, áreas mais quentes em uma zona urbana consomem mais energia e se destacam pelo desconforto da moradia, sendo o seu oposto verdadeiro, localidades mais frias consomem menos energia e tem um conforto maior para moradia (BARBIRATO, 2007).

No Nordeste, em cidades similares a Garanhuns, como Campina Grande na Paraíba, a temperatura média do ar tem crescido ao longo do tempo, principalmente, devido ao fator de serem zonas urbanas em crescimento, sendo as áreas industrializadas e de residência com crescimento verticalizado as maiores responsáveis pelo crescimento da temperatura (SOUSA *et al.* 2011).

A cidade de Garanhuns está situada em uma localidade com elevada altitude, cerca de 800 a 1000 metros em relação ao nível do mar, sendo uma região com temperatura mais amenas, podendo chegar a temperaturas mais baixas de 15 graus Celsius (COSTA, 2018).

Desta maneira, através do mapeamento da temperatura média do ar da cidade de Garanhuns, através do aplicativo Estima T da Universidade Federal de Campina Grande, foi possível realizar um mapeamento da sobre a cidade de Garanhuns, podendo ser observado na seguinte (}Figura 30):

Figura 30 Mapa da média anual de temperatura da cidade de Garanhuns -PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Diante do mapeamento da média da temperatura do ar da cidade de Garanhuns, podemos perceber que existe uma maior concentração da temperatura próximo ao centro da cidade, que compõe o maior agrupamento de edificações e construções verticais, além de ser o maior concentrador de pessoas, devido a procura de empregos, produtos e serviços.

Contudo, foi observado nos dados, um aumento da temperatura em relação a periferia, visto que é a região que mais cresce em relação a construção de novas moradias, aumentando a concentração de equipamentos urbanos.

Contudo, ainda são médias de temperatura muito baixas em relação a outras regiões, chegando no máximo a 20,5 graus e menor a 19,8 graus, sendo a sua altitude a maior influenciadora de manutenção da temperatura mais amena.

➤ Declividade

A declividade é um fator importante para compreender a dinâmica urbana em várias áreas, pois influencia diretamente o desenvolvimento e a funcionalidade das cidades. A declividade do terreno é um fator chave a ser considerado no planejamento urbano. Ela afeta a disposição das ruas, a localização de edifícios e infraestruturas, bem

como a distribuição de espaços verdes e áreas de recreação. O conhecimento da declividade ajuda a determinar os melhores locais para diferentes tipos de uso, levando em conta a acessibilidade, drenagem e o impacto ambiental.

Autores como Nascimento, Lima e Santos (2009), refletem que a ocupação urbana desordenada causa diversos problemas, principalmente nas áreas de proteção ambiental, inundação, declividades acentuadas e com alta suscetibilidade aos processos erosivos. Em outras palavras, as áreas de grande atuação humana em zonas urbanas, tem efeitos mais sentidos quando correlacionamos com dados sobre a declividade, pois, refletem processos de acumulação e escoamento d'água, propiciando perdas de solo.

Assim, a análise da declividade compõe um elemento bastante importante para a compreensão socioambiental da dinâmica urbana. Autores como Kuinchtner *et al* (2004), defender que declividades maiores que 30% representam um risco a vida e infraestrutura humana, devido a maior potencialidade para aumento dos processos erosivos. Já autores como Becker *et al* (1995), acreditam que relevos mais planos que 2% representam um risco a inundações em zonas urbanas, pois não privilegiam a capacidade de escoamento da água.

A cidade de Garanhuns está localizada no planalto da Borborema, estrutura cristalina que intemperizada há milhares de anos, caracterizando diversos morros arredondados. Inclusive, o objeto de estudo tem um apelido de “7 colinas”, devido a sua localidade (Figura 31). Costa *et al.* (2015), descreve Garanhuns com um conjunto de morros e vales, devido as nascentes e cursos d'águas presentes no meio urbano, caracterizando algumas vertentes dessa região.

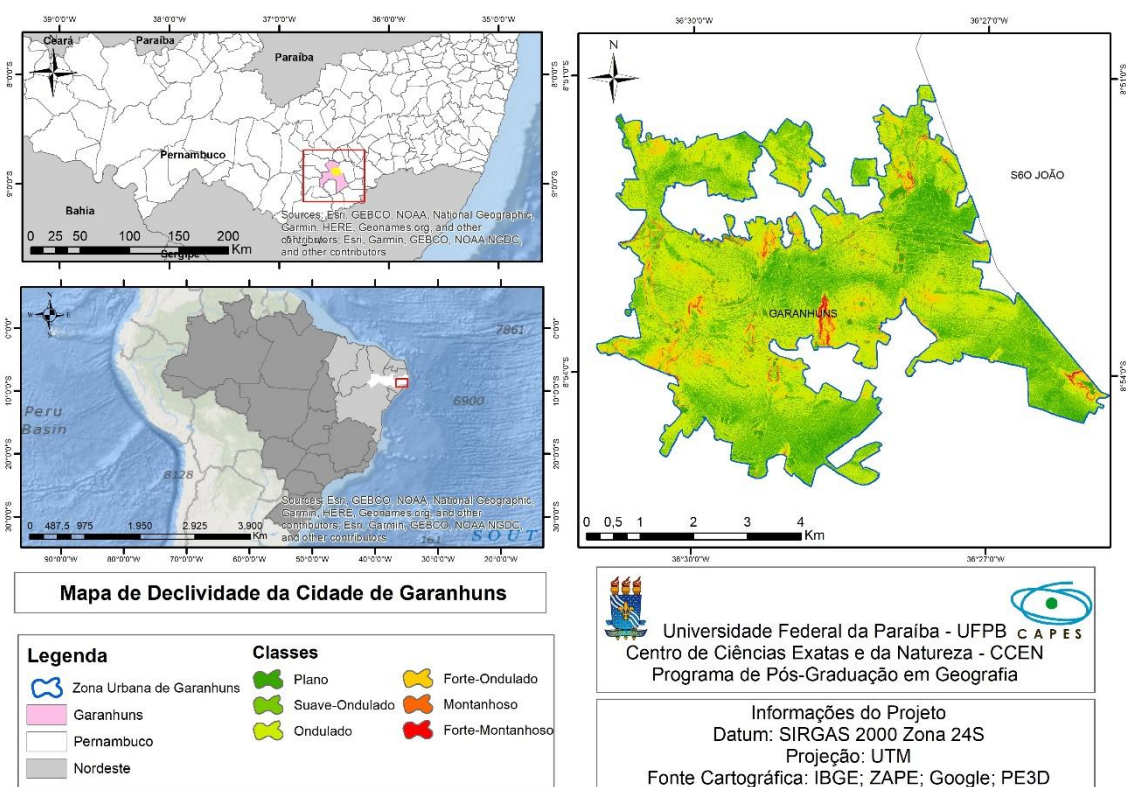
Figura 31 Imagem panorâmica da cidade de Garanhuns - PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Diante dessa vista, podemos perceber que a cidade de Garanhuns está inserida em diversas inclinações e planos. Para melhor compreensão e posterior análise da vulnerabilidade socioambiental, foi elaborado um mapa das classes de declividade presentes, podendo ser observada a seguir (Figura 32):

Figura 32 Mapa de declividade da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Diante do mapa de declividade da cidade de Garanhuns, podemos observar que grande parte do relevo varia de plano a ondulado, destacadas em todas as áreas da zona urbana, sendo pequenas parte voltadas as classes montanhoso e forte-montanhoso, principalmente áreas com declives, caracterizadas por vales e áreas de processo erosivo bastante atuante, as voçorocas.

As áreas mais planas, variando de 0 a 3%, apresentam um maior risco de inundações, contudo, na cidade de Garanhuns destaca-se por estar presente em áreas periféricas ou em áreas com cobertura vegetal, capaz de aumentar a capacidade de infiltração das águas. Nesse sentido, na análise do indicador de risco ambiental, não foi encontrado relatos de inundações ou enchentes na zona urbana de Garanhuns.

Já as áreas mais montanhosas e forte-montanhoso, contém bastante risco devido as altas inclinações, representando potenciais deslizamentos e fragilidades as infraestruturas (Figura 33). Na cidade de Garanhuns, estão localizados próximos as áreas residenciais de classes mais baixas, devido a especulação imobiliária destinando lugares mais aplainados aos mais ricos.

Figura 33 Imagem de grande declive na cidade de Garanhuns - PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, é possível perceber a extrema importância de analisar a declividade no meio urbano, principalmente em uma cidade como Garanhuns, em contínuo processo de crescimento em um terreno com ondulações. Nesse sentido, é mais um indicador de vulnerabilidade socioambiental em zona urbana.

➤ Áreas de Proteção Permanente

Diante das constantes pressões das atividades humanas sobre o meio ambiente, o Estado brasileiro, criou em meados de 2012, um novo conjunto de legislação para que fosse possível um estabelecimento de “regras” para o cumprimento dos empreendimentos com o objetivo de preservar e conservar áreas sensíveis para a natureza.

O conhecido Novo Código Florestal, lei 12.651 de 25 de maio de 2012, estabelece uma série de condições visando a preservação/conservação ambiental, seja nos meios rurais ou urbanos, como as reservas legais, uso restrito, a exploração florestal e as áreas de proteção permanente (APP).

As Áreas de Proteção Permanente (APPs) desempenham um papel crucial na preservação e sustentabilidade das zonas urbanas, contribuindo para a qualidade de vida das populações e a proteção do meio ambiente. Essas áreas, definidas legalmente para a

preservação dos recursos hídricos e da biodiversidade, exercem uma influência positiva não apenas sobre o ecossistema local, mas também sobre a saúde e o bem-estar das comunidades urbanas.

Nas zonas urbanas, as APPs são particularmente importantes, já que as atividades humanas muitas vezes afetam a qualidade do meio ambiente, colocando em risco a saúde e o bem-estar da população. A proteção dessas áreas em zonas urbanas é essencial para a manutenção do equilíbrio ecológico, da qualidade da água e do ar, da redução de riscos de enchentes e deslizamentos de terra, além de contribuir para o bem-estar e a qualidade de vida da população. A preservação das APPs em áreas urbanas também é importante para a promoção da educação ambiental e para a criação de espaços de lazer e contemplação da natureza.

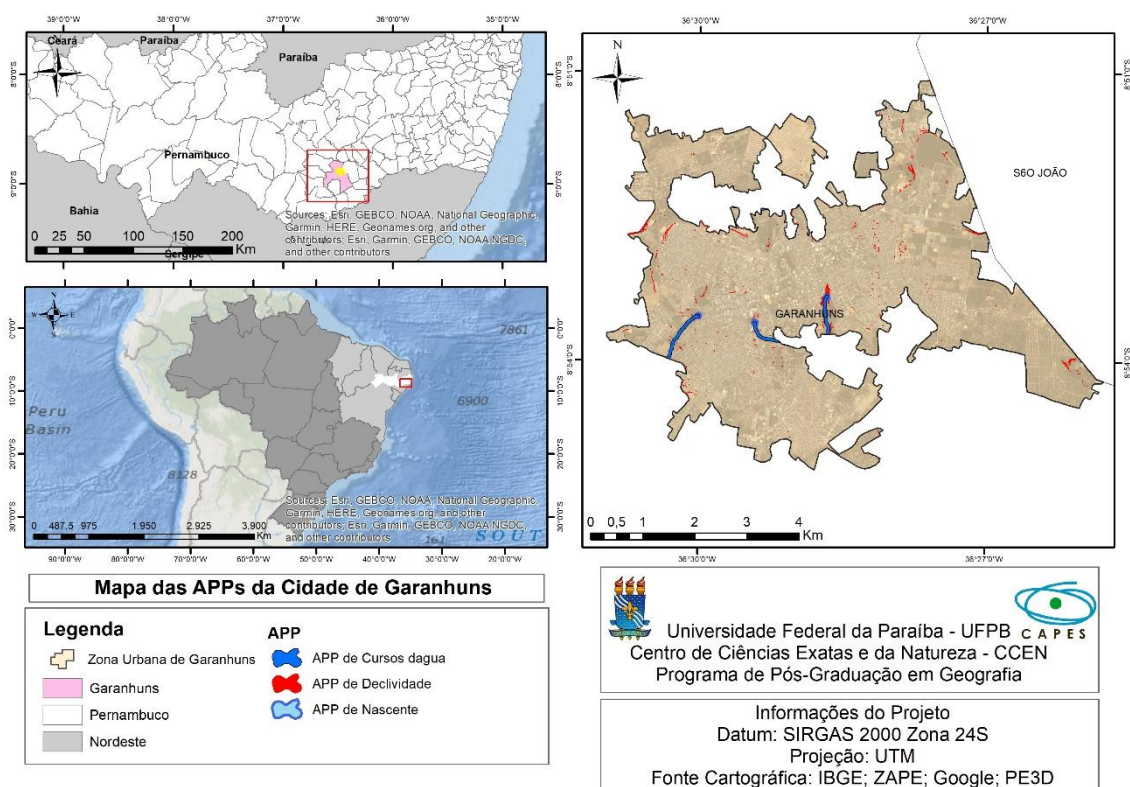
A importância das APPs em zonas urbanas é multifacetada. Em primeiro lugar, elas desempenham um papel fundamental na manutenção dos recursos hídricos. Essas áreas ajudam a proteger nascentes, margens de rios, lagos e represas, contribuindo para a qualidade e disponibilidade da água potável. A vegetação presente nas APPs atua como um filtro natural, reduzindo a poluição e a erosão do solo, o que por sua vez afeta positivamente a qualidade da água e a prevenção de enchentes.

A legislação brasileira estabelece que a ocupação e uso das APPs em áreas urbanas deve ser restrita e controlada, de forma a garantir sua preservação. No entanto, é importante destacar que a proteção das APPs em áreas urbanas não deve ser vista como um obstáculo ao desenvolvimento urbano.

Na cidade de Garanhuns, existe a necessidade de mapear e compreender como as áreas de APPs estão especializadas, Costa *et al.* (2017) explica que Garanhuns tem uma grande quantidade de área a ser protegida de maneira permanentemente, é notado pela grande concentração de nascentes, cursos d'água, declividades e topos de morros acentuados.

Contudo, foi realizado o mapeamento através do MDE PE3D, com resolução espacial de 1 metro, identificando a inexistência de áreas de proteção permanente de topos de morro na cidade de Garanhuns. Desta maneira, foi elaborado um mapeamento das áreas de APPs já mencionadas (Figura 34), na tentativa de compreender em quais localidades existe um risco para o meio ambiente e para a sociedade que as ocupam.

Figura 34 Mapa das APPs da cidade de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

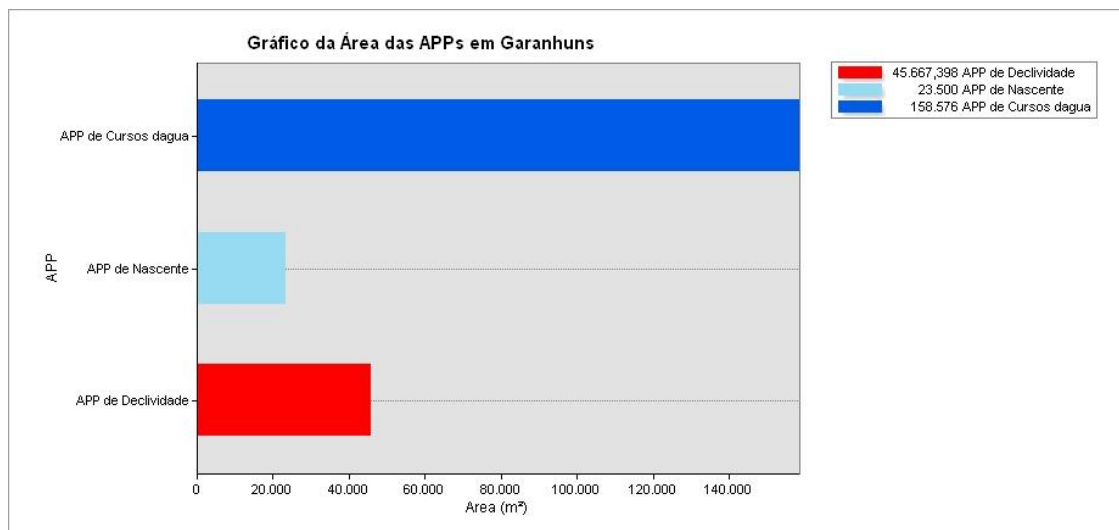
A partir do mapeamento das áreas de proteção permanente, é possível perceber que as áreas de declividade estão espalhadas em todas as áreas urbanas de Garanhuns, devido ao seu relevo bastante ondulado especialmente em localidades residenciais, estimulando um aumento da vulnerabilidade ambiental. A provável resposta a essa ocupação se deve pela intensa pressão imobiliária, o baixo conhecimento das pessoas em relação a localização da sua moradia e pela baixa renda da população residente nessas áreas que não tem uma alternativa para ter um teto em suas cabeças.

Destaque também para duas nascentes dentro da zona urbana da cidade de Garanhuns, além de outras 6 em regiões periurbanas, onde a maioria das áreas de proteção em volta delas, está ocupada pela produção espacial da sociedade, apresentando um risco ambiental para a natureza, como para a sociedade.

Por fim, podemos perceber que os cursos d'água na cidade de Garanhuns estão localizadas ao sopé dos vales fluviais, indicando uma região erodida por sua drenagem, ocupando poucos espaços do meio urbano, mas gerando grandes potencialidades para formação de ravinas e voçorocas.

A partir do mapeamento das APPs na cidade de Garanhuns, foi gerado um gráfico das áreas de cada classe dentro da zona urbana, indicando o quanto de localidades deveriam estar sendo preservadas (Figura 35)

Figura 35 Gráfico das APPs da cidade de Garanhuns-PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a geração do gráfico das áreas de APPs no meio urbano de Garanhuns, podemos perceber que a necessidade de preservar essas localidades é de extrema importância ambiental, uma vez que somadas consistem em aproximadamente 170m² de APP, sendo em ordem de grandeza a de cursos d'água a mais necessária, visto que compõe a maior parte delas.

Acompanhada das áreas de declividade, pois, os riscos de deslizamentos é algo relevante, principalmente em um ambiente com baixa impermeabilização do solo, proporcionando um alto nível de vulnerabilidade.

Assim, podemos perceber que Garanhuns é uma cidade que se desenvolveu próximo a declividades acentuadas e aos recursos hídricos, como cursos d'água e nascentes, gerando um grande perigo para a população e meio ambiente, pois não houve um planejamento a longo prazo para manter essas áreas protegidas.

➤ Uso e Ocupação da Terra

O uso e ocupação do solo em zonas urbanas é um tema de grande importância para o desenvolvimento sustentável das cidades. A forma como o solo urbano é utilizado e ocupado tem impactos significativos na qualidade de vida da população e no meio ambiente. Uma ocupação desordenada pode levar à falta de infraestrutura

adequada, como saneamento básico, abastecimento de água e energia elétrica, além de aumentar os riscos de acidentes como enchentes e deslizamentos de terra.

A falta de planejamento do uso do solo pode resultar em áreas degradadas e na concentração de atividades de um mesmo tipo em áreas específicas, levando à segregação social e econômica.

Por outro lado, um planejamento adequado do uso e ocupação do solo pode trazer benefícios significativos para a cidade e seus habitantes. Uma ocupação ordenada pode promover a diversidade de usos do solo, facilitando o acesso da população a diferentes atividades e serviços. A preservação de áreas verdes e de lazer pode melhorar a qualidade de vida e a saúde da população. A criação de áreas destinadas à produção de alimentos pode contribuir para a segurança alimentar da população e para a redução da pegada de carbono.

Nos últimos anos, Garanhuns vem passando por um processo de expansão urbana acelerado, com a construção de novos empreendimentos imobiliários e a ocupação de áreas antes destinadas a atividades rurais (DEUS *et al.*, 2015).

Esse processo de ocupação vem ocorrendo de forma desordenada e sem planejamento, ou melhor, com planejamento apenas voltado a atender a necessidade de empreendimentos ligados as classes mais ricas, mas ainda assim, o que tem gerado problemas como o aumento do trânsito nas áreas centrais, a ocupação de áreas de preservação ambiental e a falta de infraestrutura adequada para atender a demanda de uma população em crescimento.

Um dos principais desafios enfrentados pela cidade de Garanhuns em relação ao uso e ocupação do solo urbano é a questão da regularização fundiária. Muitas áreas da cidade ainda não possuem documentação legal, o que dificulta a implementação de políticas públicas e o planejamento do desenvolvimento urbano. Além disso, a falta de planejamento urbano tem levado à construção de empreendimentos em áreas de risco, como encostas e margens de rios, o que aumenta o risco de deslizamentos e enchentes.

Outro problema relacionado ao uso e ocupação do solo urbano em Garanhuns é a falta de infraestrutura adequada, principalmente o saneamento básico, uma vez que segundo informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, Garanhuns apresenta 12,93% da sua população total com acesso a esgotamento sanitário

básico, sendo a média do Estado de Pernambuco a cerca de 40% (Figura 36). Informação bastante preocupante, pois, apenas 1/10 tem acesso, outras com destinação a fossas e outras sem adequação, impactando na saúde sanitária da população e pressionando o atendimento público em postos e hospitais.

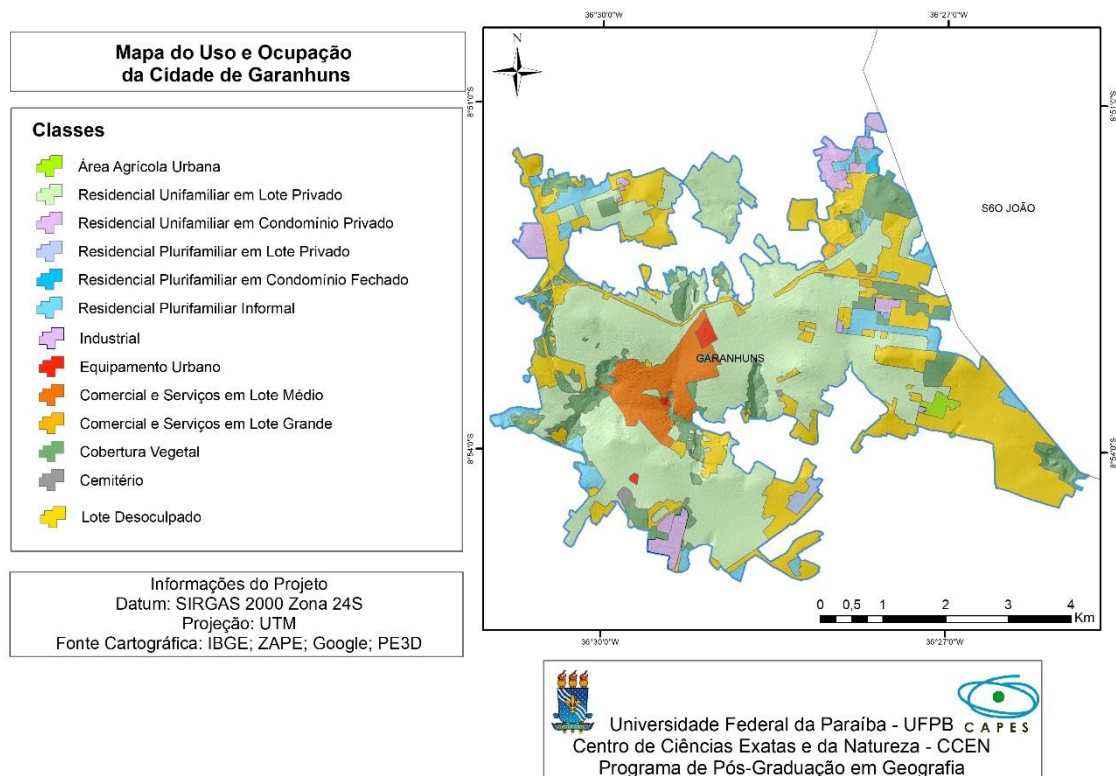
Figura 36 Tubulação vinda da zona urbana sendo despejada em área periurbana de Garanhuns.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim, para melhor compreensão do uso e ocupação do meio urbano de Garanhuns, foi elaborado um mapeamento através das técnicas de geoprocessamento, identificando como está especializado a produção da cidade, podendo ser observada na seguinte (Figura 37):

Figura 37 Mapa do uso e ocupação da cidade de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

A partir do mapa e das treze classes observadas, conseguimos perceber as ações das especulações imobiliárias agindo em áreas mais periféricas de Garanhuns, organizando cada vez mais lotes desocupados e residenciais unifamiliar em lote privado, correspondendo a familiar que compram casas financiadas por instituições financeiras.

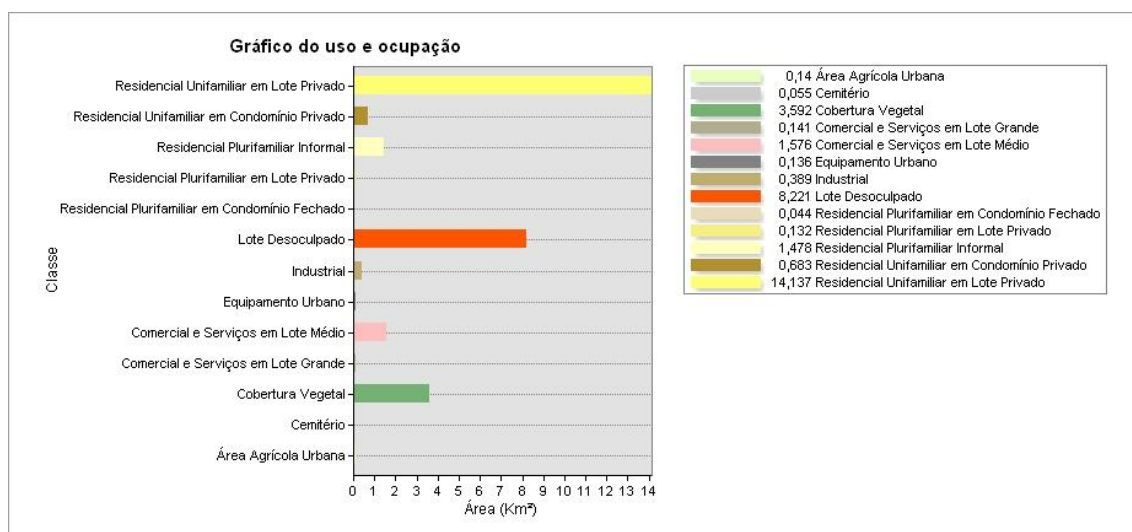
Em contrapartida, percebemos que ao centro da cidade de Garanhuns, fica o centro comercial de Garanhuns, contudo, constituído principalmente por comercial e serviços de médio porte e os de maiores portes ficando nas áreas mais periféricas da zona urbana.

Outro ponto a se observar é a constituição de cobertura vegetal e áreas agrícolas existentes em Garanhuns, sendo considerada de grande importância para o conforto térmico e de trocas comerciais ou utilizações para própria subsistência, respectivamente. Além disso, podemos perceber pela disposição espacial dos alvos, que a cidade não compõe uma grande área industrial e de equipamentos urbanos.

Ressalta-se que devido a extensão e escala utilizada, não foi possível detalhar ainda mais os objetos presente na zona urbana de Garanhuns, contudo, como representação da modelagem existente, é possível entender os aspectos espaciais de Garanhuns.

Nesse sentido, foi elaborado um gráfico das áreas de cada classe de uso e ocupação na cidade de Garanhuns, a fim de compreender de melhor forma e quantificar a disposição delas (Figura 38)

Figura 38 Área do Uso e ocupação na cidade de Garanhuns-PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Diante do gráfico, podemos presumir que as áreas de residencial unifamiliar em lote privado são grande maioria da cidade de Garanhuns com um pouco mais de 14,13 km², representando mais da metade de toda a zona urbana. Importante destacar que as áreas de residencial plurifamiliar informal são a segunda forma de moradia mais disposta em Garanhuns, podendo interpretar que a cidade tem problemas em relação a moradias e que a pressão imobiliária está agindo de maneira importante no meio.

Podemos observar que o meio de comércio em lotes médios representa a maioria presença nas trocas de produtos, concentrando principalmente nas áreas centrais e compondo cerca de 1,5 km² na cidade.

A cidade conta com dois cemitérios na sua zona urbana, por isso a baixa quantidade de área no meio, contudo, existem outros cemitérios em áreas conurbadas com o município de São João e no meio rural do próprio município de Garanhuns.

Além disso, é importante destacar a grande quantidade de lotes desocupados em Garanhuns, indicando uma presença bastante marcante dos agentes imobiliários e sua especulação, com cerca de 8,221 km². Além disso, os lotes de condomínios privados, seja pluri ou unifamiliar representam cada vez mais a nova lógica de utilização dos espaços urbanos, transformando espaços particulares em reproduções públicas, sendo administrados pelo setor privado.

Assim, podemos perceber que a cidade de Garanhuns tem um alto potencial de mercado para o desenvolvimento da especulação imobiliária, sendo a manutenção da cobertura vegetal e a qualidade de vida para lotes privados um grande expoente dessa realidade.

➤ Índice de Cobertura Vegetal

As áreas verdes em meios urbanos são muito importantes para o desenvolvimento de uma vida com maior qualidade na cidade, pois, o contato com a vegetação auxilia em uma série de melhorias sobre o conforto térmico, mental, entre outros fatores.

Uma das principais vantagens das áreas verdes urbanas é que elas ajudam a mitigar os efeitos negativos da urbanização. Em áreas urbanas densas, onde a construção e o asfaltamento predominam, as áreas verdes urbanas proporcionam um

espaço natural onde as pessoas podem relaxar, praticar atividades físicas, socializar e se conectar com a natureza.

Além disso, as áreas verdes urbanas são importantes para o meio ambiente, pois ajudam a reduzir o efeito de ilha de calor urbana. Isso ocorre porque as superfícies de concreto e asfalto absorvem e retêm mais calor do que as superfícies naturais, como a grama e as árvores. As áreas verdes urbanas ajudam a resfriar a cidade, reduzindo a temperatura local e melhorando a qualidade do ar.

As áreas verdes urbanas também são importantes para a biodiversidade. Elas fornecem habitat para plantas e animais que de outra forma não teriam lugar para viver nas áreas urbanas. Essa biodiversidade pode ajudar a melhorar a qualidade de vida das pessoas, pois muitas plantas e animais têm papéis importantes na polinização, na manutenção dos ecossistemas e na purificação do ar e da água.

Além disso, as áreas verdes urbanas são importantes para a saúde humana. Elas proporcionam um ambiente natural que pode ajudar a reduzir o estresse e melhorar o bem-estar mental das pessoas. A exposição à natureza também pode ajudar a reduzir os níveis de cortisol, o hormônio do estresse, no corpo humano.

As áreas verdes urbanas também oferecem uma série de benefícios sociais. Elas proporcionam um espaço público onde as pessoas podem se reunir, socializar e interagir com pessoas de diferentes origens e culturas. Isso pode ajudar a fortalecer os laços sociais e criar uma sensação de comunidade.

No entanto, as áreas verdes urbanas enfrentam desafios em muitas cidades em todo o mundo. A urbanização descontrolada e a falta de investimento em infraestrutura verde podem resultar na perda de áreas verdes urbanas. Além disso, a falta de manutenção e gestão adequadas pode levar à degradação desses espaços (COSTA, 2018).

Nesse sentido, a cidade de Garanhuns, situada na região do agreste pernambucano, é conhecida como cidade das flores, devido a participação de praças e parques bem arborizados e com vegetais, como por exemplo a praça dos Relógio das Flores na avenida Rui Barbosa (Figura 39):

Figura 39 Praça do Relógio das Flores em Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Contudo, a cidade de Garanhuns apresenta uma concentração de áreas verdes nos locais centrais ou em bairros com uma maior concentração financeira, aquelas que recebem uma maior preocupação em relação a infraestrutura por parte dos gestores públicos (Figura 40).

Figura 40 Avenida Rui Barbosa e sua arborização central.

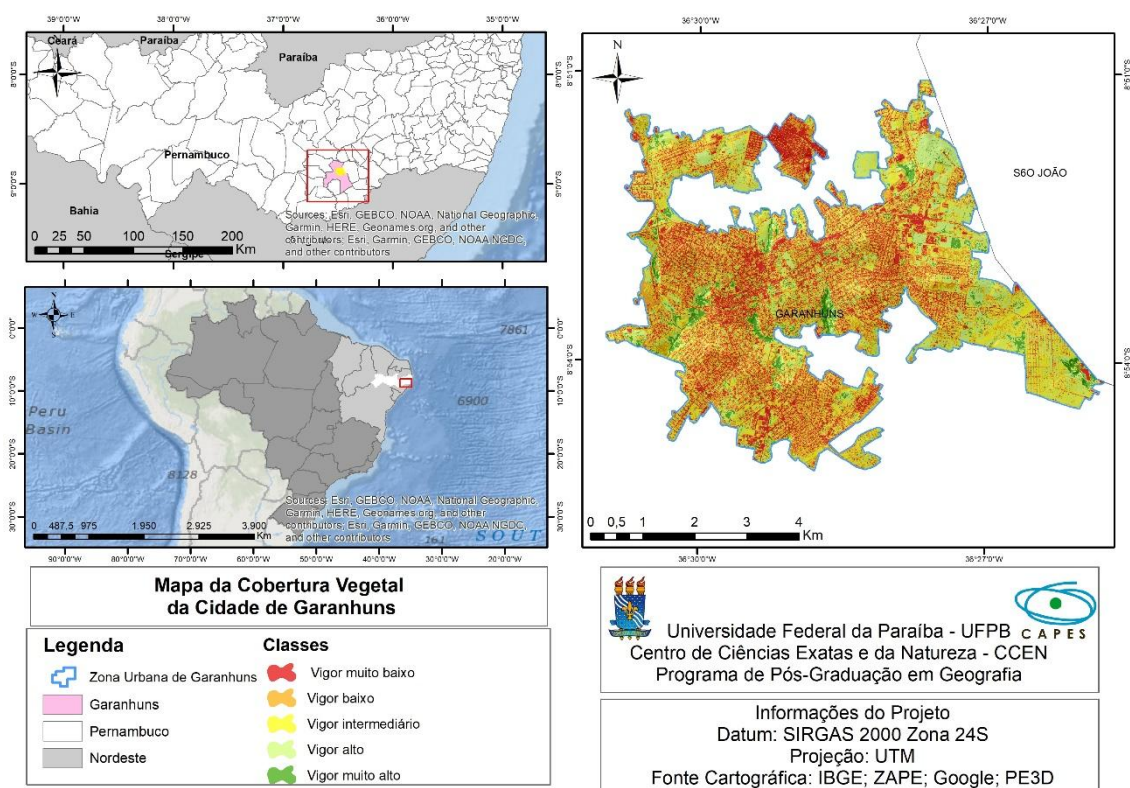


Fonte: Elaborado pelo autor.

O oposto também é verdadeiro, pois, nas áreas periféricas do meio urbano de Garanhuns, existe uma menor concentração de praças e parques arborizados, ou até mesmo de arborização nas calçadas.

Essas condições sobre as áreas verdes podem ser observadas a partir do mapeamento da cobertura vegetal da cidade de Garanhuns, através da modelagem SAVI, onde foi classificada a zona urbana em 5 classes que podem ser notadas a seguir (Figura 41):

Figura 41 Cobertura vegetal da cidade de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

A partir da visualização do mapa, é possível perceber que existe uma maior concentração de áreas verdes esparsadas entre os bairros e nas imediações dos bairros de Heliópolis. Na primeira situação, temos áreas que ficam intensas declividades que dificultam o acesso da população, por sua vez, tem dificuldade em alterar a paisagem da localidade. Já no bairro de Heliópolis, se dá pela intenção presença de equipamentos urbanos com cobertura vegetal, sendo praças, parques e calçadas mais florestadas (Figura 42).

Figura 42 Foto do bairro de rua no bairro de Heliópolis em Garanhuns.



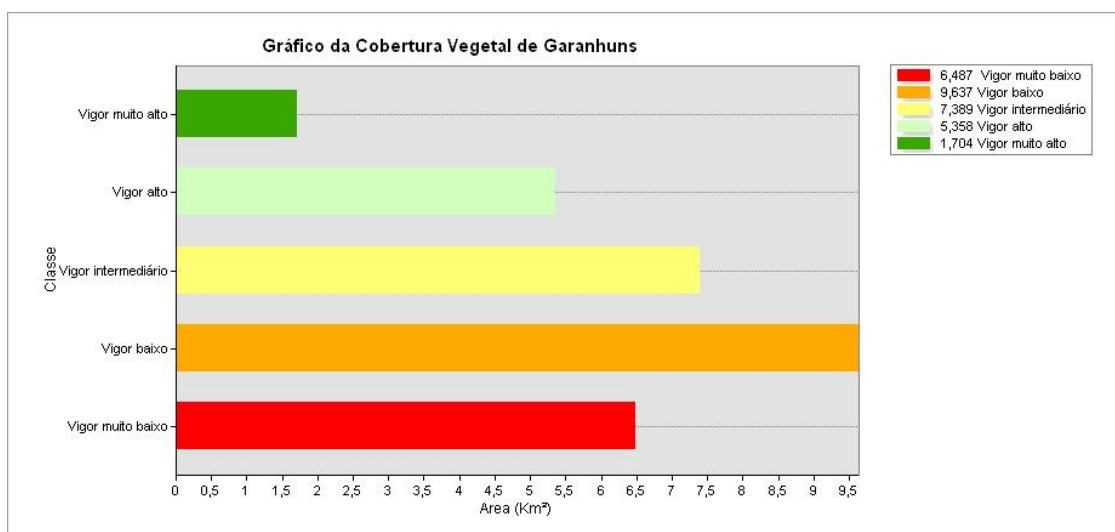
Fonte: Elaborado pelo autor

Também, é possível perceber que nas áreas periféricas de Garanhuns, existe uma intensa presença de Vigor muito baixo, baixo e intermediário, devido ao estabelecimento da especulação imobiliária, criando loteamentos e espaços para ocupação de residências, retirando a cobertura vegetal e dando espaço para solos expostos ou com vegetação mais rasteira.

Além disso, há de se destacar as áreas com Vigor muito baixo nas localidades que concentram um elevado número de centros comerciais, pois, são as áreas onde o solo é mais consumido pela sociedade, principalmente quando colocamos a crescente presença de edificações.

Nesse sentido, foi elaborado um gráfico da quantidade das áreas de cada classe mapeada sobre a cidade de Garanhuns, na tentativa de melhor compreender a disposição da cobertura vegetal (Figura 43).

Figura 43 Área de cada classe da cobertura vegetal da cidade de Garanhuns - PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, é possível observar que a área de Vigor baixo é a classe mais ocorrente na cidade de Garanhuns, principalmente, pelo contínuo processo de ocupação de loteamentos e de solo exposto, seguido pelo Vigor intermediário pelo mesmo motivo.

No meio das áreas classificadas, está a de Vigor muito baixo, correspondendo a cerca de 6,50 km² de áreas sem nenhum tipo de cobertura vegetal, encontrada principalmente nas áreas mais urbanizadas e centrais.

Por fim, observamos que as áreas de Vigor alto e muito alto são minorias em relação as outras classes, devido ao caráter do objeto ser uma zona urbana e concentrar a maior transformação em espaços artificiais. Estas duas classes juntas correspondem a cerca de 7km² de área verde, encontrada especialmente em áreas de declividade acentuada ou nos equipamentos urbanos arborizados e vegetados.

Assim, é necessário entender que áreas sem vegetação ou com cobertura vegetal menor, correspondem a áreas que tem uma maior vulnerabilidade ambiental, correspondendo a localidades sem nenhum tipo de proteção a pluviosidade e a erosão, indicando áreas mais propícias a ocorrer riscos ambientais. Já o oposto também é verdadeiro, onde há vegetação, existe uma maior capacidade de proteção do solo e melhor conforto térmico.

➤ Característica Pedológica

Os solos são formações derivadas de fatores internos e externos ao longo do tempo, associado principalmente, com as características geológicas, climáticas e do extrato vegetal presente no ambiente. Nesse sentido, é imprescindível a análise dos

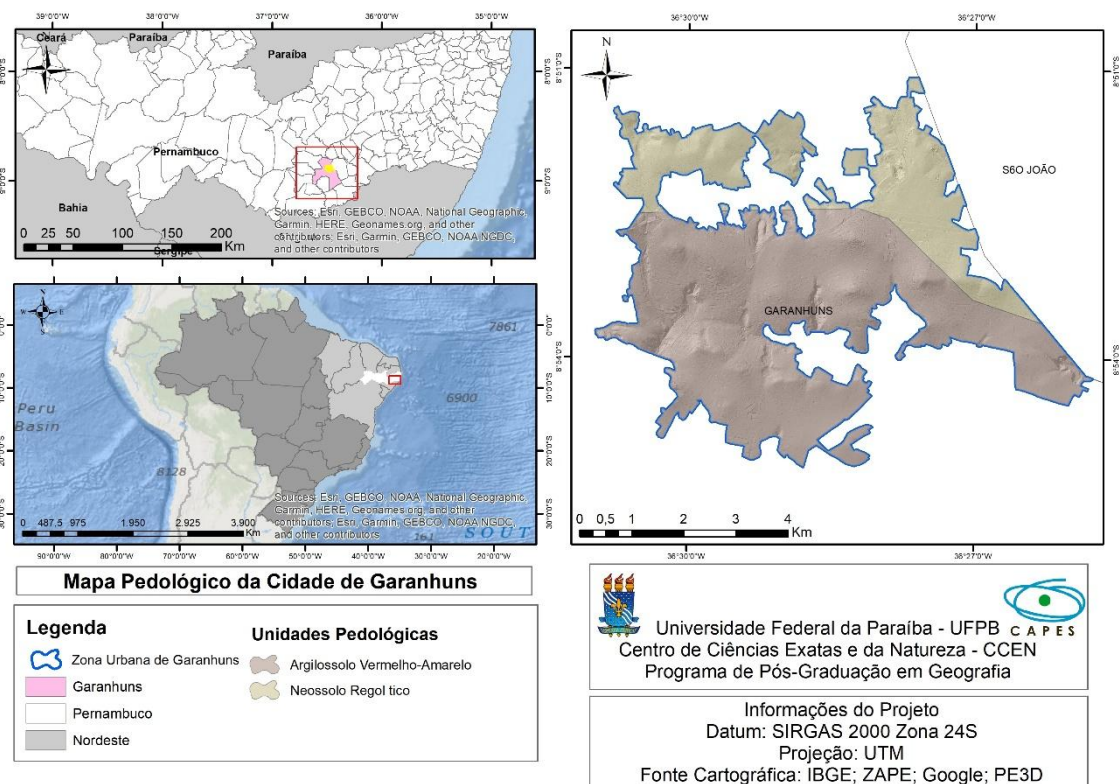
solos para a compreensão da dinâmica da paisagem, pois, ela é a camada básica onde irá desenrolar todo o ambiente, fornecendo cenários para os tipos de usos e ocupações do solo (TROPPMAIR, 2008).

Nesse sentido, a caracterização do solo é necessária para os estudos em relação ao meio urbano, pois, suas propriedades estabelecem uma relação direta na construção das edificações e a impermeabilização do solo, indicando localidades mais apropriadas para tais assentamentos e outras com maior vulnerabilidade (COSTA, 2018).

Garanhuns está situada em uma zona de transição ambiental, entre a zona da mata e o semiárido, consistindo em uma mistura de classes pedológicas, contudo, pela sua elevada altitude e um maior potencial intempérico e erosivo, ganha propriedades peculiares em relação a formação do solo, ademais, quando observamos a sua relação com a ocupação urbana (Gomes, 2015).

Portanto, foi elaborado através do levantamento de dados e trabalhos de campo, um mapeamento pedológico da cidade de Garanhuns, podendo ser observado a partir da seguinte (Figura 44)

Figura 44 Mapa pedológico da cidade de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Através do mapa de pedológico do meio urbano de Garanhuns, podemos perceber dois grandes tipos de solos, característicos de zonas de transição da mata para o semiárido, o Argissolo vermelho-amarelo e o Neossolo Regolítico respectivamente.

O argissolo vermelho-amarelo apresenta geralmente um horizonte de acumulação de argila, com sequência bem estruturado e com aspecto B textural e cores bem destacadas vermelho-amarelo, pela ocorrência de óxidos de ferro de hematita e goethita (SILVA e OLIVEIRA NETO, 2021). O respectivo solo é encontrado em zonas restritas as zonas da mata, estando associados a ambiente com presença da vegetação subcaducifólia e sob rochas cristalinas, em Garanhuns com a presença de rochas metamórficas. Representam também solos com baixa fertilidade natural e reação fortemente ácida e argilas de baixa atividade agricultável. Há também, uma predominância nos horizontes superiores de uma textura média/muito argilosa (EMBRAPA, 2021).

Assim, são solos com baixa fertilidade, necessitando de correções agronômicas para o seu uso, principalmente, através da calagem para equilíbrio do pH. Em meio urbano como o de Garanhuns, que apresenta um relevo ondulado, é possível observar que o solo tem alto risco de erosão das suas camadas superiores (Figura 45), sendo necessário à sua conservação ou medidas de proteção.

Figura 45 Erosão em Argissolo Vermelho-Amarelo na cidade de Garanhuns – PE.

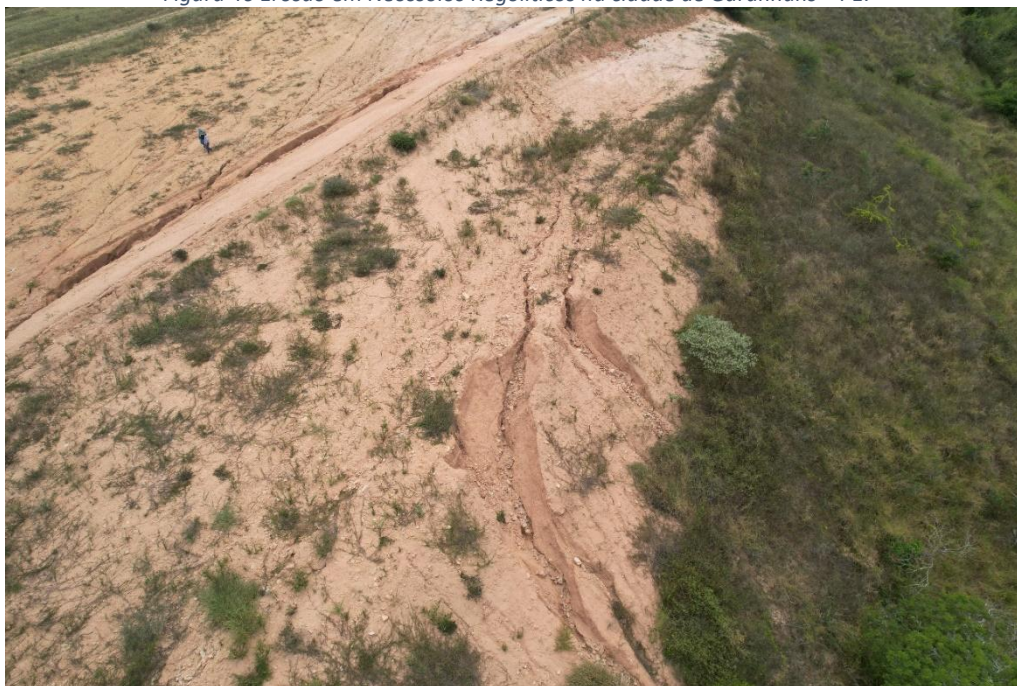


Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Já os Neossolos Regolíticos, identificado nas regiões mais a norte da zona urbana de Garanhuns, são solos que compreendem minerais com baixo grau de evolução pedogenética, isto é, são solos que tem poucos horizontes em sua estrutura, normalmente, situados em regiões que o processo de dissecação do relevo é superior a dinâmica da pedogênese (CURSIO *et al.* 2021).

Zaroni e Almeida (2021), explicam que é um solo não hidromórfico e com textura bastante arenosa, apresentando uma alta capacidade de erosão em relevos mais acentuados, bem característico de regiões semiáridas. Outro ponto a ser destacado, é que o Neossolo Regolítico encontrado na cidade de Garanhuns foi classificado de acordo com no terceiro nível categórico do SIBCS da Embrapa, sendo um solo eutrófico, isto é, um solo de alta fertilidade (EMBRAPA, 2021). Segundo Azambuja (2007), essa característica deve-se ao processo de formação regolítica conferido a esse solo, pois, são áreas de deposição eluvial advindas das formações de Argissolos Vermelho-Amarelo, contudo, apenas apresenta de maneira destaca em regiões onde a presença humana ainda não se destaque. Nesse sentido, podemos observar que o Neossolo Regolítico tem uma capacidade boa para agricultura, mesmo sendo de alta vulnerabilidade a processos de erosão em relevos mais ondulados, encontrados por exemplo em Garanhuns (Figura 46). Contudo, apresenta boas condições para edificações se anexado a sua rocha matriz.

Figura 46 Erosão em Neossolos Regolíticos na cidade de Garanhuns – PE.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Por fim, entende-se que a cidade de Garanhuns compartilha de solos altamente erosivos e potenciais a criação de voçorocas e ravinas, afetando as edificações, equipamentos públicos e a vida da população. Nesse sentido, os Neossolos Regolíticos, segundo Crepani (2001), por seu pouco desenvolvimento de horizontes pedológicos, apresentam uma maior vulnerabilidade ambiental em comparação ao Argissolo Vermelho-Amarelo.

➤ Riscos Ambientais

Foi realizada um levantamento histórico sobre os casos de riscos ambientais na cidade de Garanhuns para o período de 10 anos (xxxx – xxxx). Assim, foi constatado que devido a altitude, características pedológicas e atuações humanas, as voçorocas são as responsáveis pelos maiores danos e prejuízos a população, como pode ser visto na seguinte Figura 47.

Figura 47 Reportagens ou notícias de Voçorocas na área urbana de Garanhuns - PE



Fonte: Blog Roberto Almeida e Blog Ezandra Ribeiro, 2023.

As voçorocas são formações erosivas ocasionados através das ações das chuvas e intempéries, principalmente, em localidades onde a vegetação é escassa e o solo fica exposto, ficando mais susceptível a criação de grandes buracos presente em grandes partes do Brasil (GOMES *et al.*, 2021).

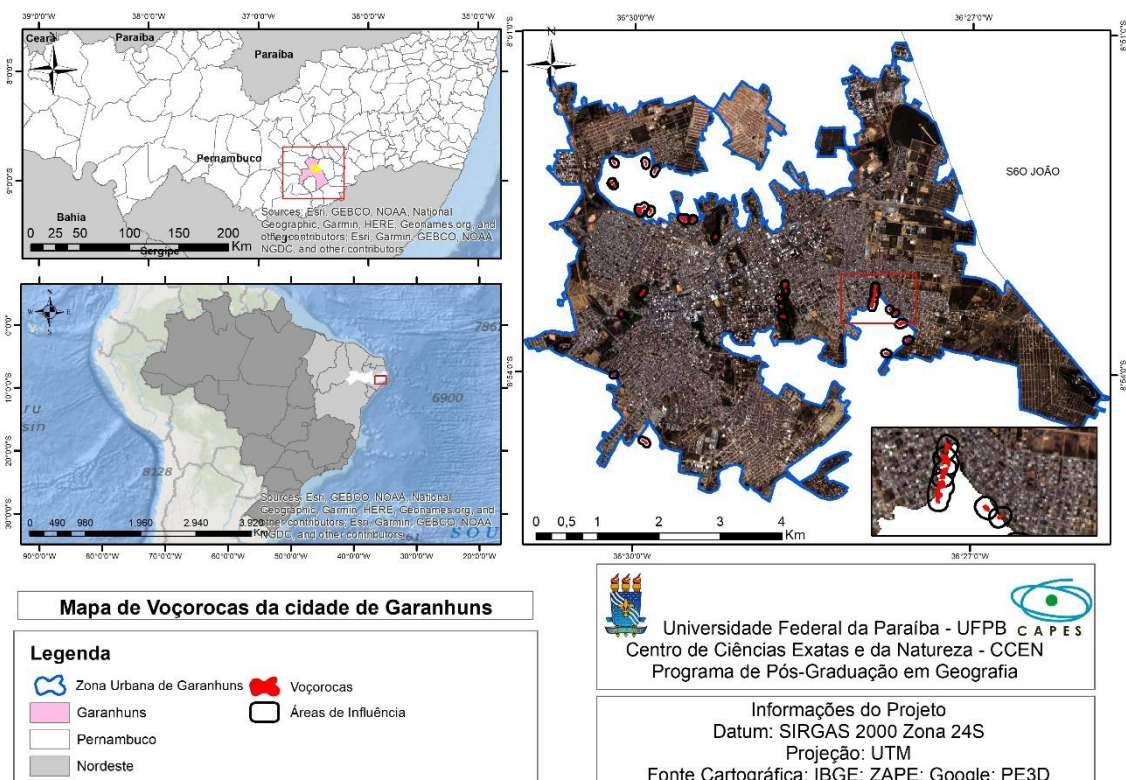
De tal modo, as voçorocas ocasionam grandes prejuízos a superfície do solo, transportando camadas de solos e propiciando riscos a sociedade, principalmente nos meios urbanos como as edificações, equipamentos urbanos, entre outras atividades. Chama-se a atenção que a atividade urbana sobre o uso e ocupação do solo, tem a

capacidade de potencializar os efeitos erosivos, retirando a vegetação naturais e aumentando a capacidade de transporte.

Na cidade de Garanhuns, ocorre um elevado processo morfodinâmico no seu relevo, ocasionando uma alta degradação do solo com muita ocorrência de voçorocas por toda a sua região. As encostas úmidas e semiúmidas localizadas a barlavento do planalto da Borborema, como a cidade de Garanhuns no estado de Pernambuco, é um retrato das interrelações de voçorocas e as formas de uso e cobertura da terra, pois aceleram a ocorrência de riscos erosivos através de descartes de resíduos, retirada da vegetação, construção de moradias inapropriadas, impermeabilização do solo com o uso do asfalto, entre outros fatores (BISPO *et al.*, 2018). Atrelado a ocupação e uso do solo feito pela sociedade, a cidade de Garanhuns compõe um conjunto de solos com alta capacidade erosiva atrelada a uma série de nascentes que estimulam o processo eluvial no meio urbano, ocasionando um desgaste cada vez maior nas regiões periurbanas e entre os interflúvios no aumento da curva de nível que é cortada no topo da voçoroca.

Diante dessas considerações, foi feito o mapeamento das voçorocas na cidade de Garanhuns e a área de risco em torno delas, auxiliando na análise da vulnerabilidade ambiental (Figura 48).

Figura 48 Voçorocas na cidade de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

A partir do mapeamento das voçorocas na cidade de Garanhuns, podemos observar um quantitativo de 28 objetos, contudo, com tamanhos e diâmetros diferentes umas das outras, resultando em diversos perigos para população. Já as suas áreas de influência remontam a cerca de 37 mil m², cobrindo áreas edificadas, muitas delas com moradias.

Com o mapeamento gerado, podemos observar que a maioria das voçorocas estão situada em locais periurbano de Garanhuns, compreendendo espaços que estão mais distantes dos centros comerciais e mais próximo a áreas residenciais. Assim, podemos perceber que a cidade, por localizar em áreas mais altas em torno da região, ocasionando que a maioria do escoamento pluvial e fluvial, trace um trajeto para as áreas periurbanas, as quais foram constantemente degradadas pela retirada de cobertura vegetal para alocação de lotes ou solos expostos. Nesse sentido, em algumas das regiões, existe a criação de áreas expostas a erosão (Figura 49) ou as próprias voçorocas.

Figura 49 Área exposta a erosão na cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir disso, podemos perceber que a necessidade de moradia, mesmo que precária, está muito bem representada espacialmente na cidade, uma vez localidades que

não apresentam voçorocas estão distantes dos centros comerciais e dos equipamentos urbanos.

A partir desse cenário, percebemos que a população dessas localidades, enfrentam o risco a própria vida para ter o direito de moradia e estar próximo a ferramentas que suprem a sua necessidade, mesmo que sejam localidades que apresentam risco (Figura 50).

Figura 50 Voçoroca próximo a moradias periurbanas em Garanhuns, Pernambuco.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Também é importante destacar que há muitas áreas de voçorocas em Garanhuns que estão situadas em localidades de despejo de esgoto, proporcionando uma maior potencialização do processo erosivo e aumentando o tamanho das voçorocas (Figura 51)

Figura 51 Tubulação de esgoto despejando resíduos em voçorocas em Garanhuns, Pernambuco.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, a retirada de cobertura vegetal e a colocada de resíduos sólidos é bastante comum em diversas localidades próximas as voçorocas, representando outro catalizador do processo de formação e aumento dos processos erosivos (Figura 52)

Figura 52 Retirada de cobertura vegetal e deposição de lixo próximo de voçoroca em Garanhuns, Pernambuco.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, destacamos que na cidade de Garanhuns, o fenômeno da voçoroca tem uma responsabilização dupla, entre natureza e a sociedade, gerando riscos as partes mais periféricas da cidade, principalmente, as áreas de moradias de casas mais simples.

5.1.2 Criticidade

Neste tópico, será apresentada a criticidade da população em relação a vulnerabilidade socioambiental, por sua vez, foi construído a partir de dois grandes prismas sobre a sociedade, a inserção econômica e educacional dos moradores da zona urbana, capazes de mudar a realidade e identificar melhorias para os equipamentos urbanos.

➤ Estabelecimento de educação em etapa pré- escolar

A educação infantil é de extrema importância para a sociedade, pois é uma etapa fundamental no desenvolvimento das crianças. Nessa fase, a criança começa a formar sua identidade, a desenvolver habilidades sociais, emocionais e cognitivas, e a aprender a se relacionar com o mundo à sua volta.

A educação infantil também é importante para a sociedade como um todo, pois ajuda a formar cidadãos conscientes e críticos, capazes de pensar e agir de forma autônoma e responsável. As crianças que recebem uma educação infantil de qualidade têm mais chances de se tornarem adultos bem-sucedidos e realizados, contribuindo para o desenvolvimento da sociedade como um todo.

Além disso, a educação infantil também tem um impacto econômico positivo, pois ajuda a preparar as crianças para a vida escolar e profissional. As crianças que recebem uma educação infantil de qualidade têm mais chances de obter empregos melhores e mais bem remunerados no futuro, o que pode levar a um aumento do desenvolvimento econômico (CARNEIRO e HECKMAN, 2011).

Assim, a cidade de Garanhuns conta com uma ampla rede de educação pré-escolar, oferecendo diversas opções de escolas e creches para crianças de 0 a 5 anos de idade.

Na pesquisa de campo, foi constatado que a rede municipal de ensino de Garanhuns oferece creches e escolas de educação infantil em diversas regiões da cidade. São 14 creches e 12 escolas de educação infantil, atendendo cerca de 6 mil crianças.

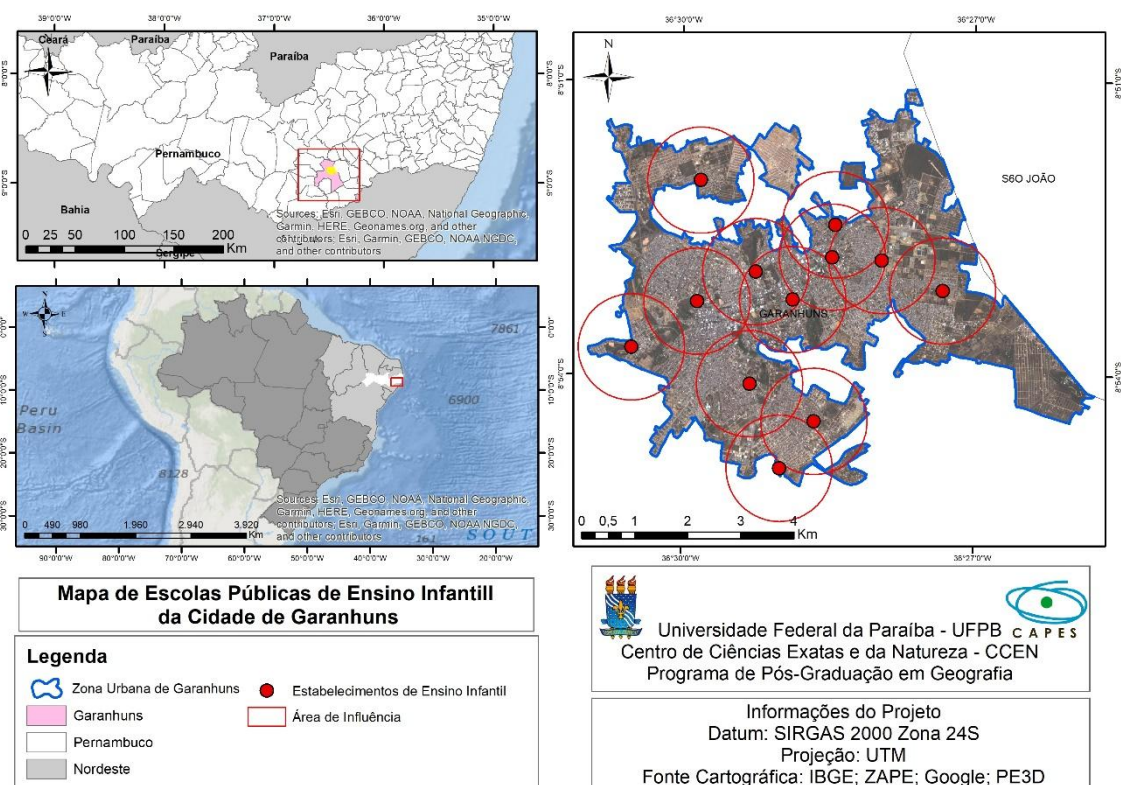
Recentemente, a prefeitura da cidade, anunciou um aumento no investimento na educação, sendo 38% de todo o orçamento sendo destinado para a educação.

Além disso, a cidade conta com uma rede privada de escolas de educação infantil, com diversas opções para os pais que buscam uma educação de qualidade para seus filhos.

As creches em Garanhuns são especialmente importantes para as famílias que precisam conciliar o trabalho com o cuidado dos filhos pequenos. As creches oferecem um ambiente seguro e acolhedor para as crianças, com atividades pedagógicas, alimentação balanceada e acompanhamento médico.

A partir dessas informações, foi elaborado um mapeamento das creches e escolas de ensino infantil na cidade de Garanhuns, analisando a área de influência delas, pois, a proximidade para as famílias é de fundamental importância para o desenvolvimento da criança, como também abrindo a possibilidade para os pais trabalharem (Figura 53)

Figura 53 Mapa de escolas públicas de ensino infantil da cidade de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D; Secretária Municipal de Educação de Garanhuns. Elaborado pelo autor.

Diante do mapa das escolas públicas de ensino infantil da cidade de Garanhuns, podemos perceber que conta com 13 estabelecimentos distribuídas em todos os bairros da zona urbana, contudo, em localidades a periferia não existe uma abrangência de influência de tais estabelecimentos, tornando essas áreas mais deficitárias.

Importante destacar que é justamente nos bairros periféricos a maior quantidade de pessoas de classes mais baixas e que necessitariam mais das creches públicas para acolher as crianças, enquanto os pais saem para trabalhar ou estudar.

Sobre uma avaliação de qualidade desses estabelecimentos de ensino infantil é difícil mensurar, uma vez que é recomendado por leis de base e recomendações teóricas, a não avaliação dos alunos, mas um acompanhamento do desenvolvimento das crianças, sendo estabelecido apenas um caminho mais subjetivo.

Assim, a cidade de Garanhuns destaca-se por oferecer os estabelecimentos de ensino infantil, principalmente nas localidades centrais e bairros próximos, mesmo quando já existe uma grande diversidade de estabelecimentos da rede privada.

➤ Estabelecimento de educação - etapa fundamental

A escola em nível fundamental é extremamente importante para a sociedade, pois é a etapa da educação formal em que as crianças aprendem as habilidades básicas necessárias para o desenvolvimento pessoal e acadêmico. A escola fundamental também é uma oportunidade para as crianças desenvolverem habilidades sociais, emocionais e cognitivas que serão importantes ao longo de suas vidas.

A escola fundamental ajuda a formar cidadãos críticos e conscientes, capazes de pensar e agir de forma autônoma e responsável. Durante esse período, as crianças aprendem habilidades importantes, como leitura, escrita, matemática e ciências, que são fundamentais para o sucesso acadêmico e profissional no futuro. Além disso, a escola fundamental também ajuda a desenvolver habilidades sociais, como trabalho em equipe, respeito às diferenças e tolerância, que são importantes para a convivência em sociedade.

A escola fundamental também é importante para a sociedade como um todo, pois ajuda a promover a igualdade de oportunidades. Por meio da educação, as crianças têm acesso a conhecimentos e habilidades que lhes permitem competir em igualdade de condições no mercado de trabalho. Além disso, a escola fundamental ajuda a promover

a inclusão social, oferecendo oportunidades educacionais para crianças de todas as origens e classes sociais.

O ensino em nível fundamental público na cidade de Garanhuns é oferecido pela Secretaria Municipal de Educação, que é responsável por gerenciar as escolas municipais de ensino fundamental na cidade. As escolas públicas oferecem o ensino fundamental de forma gratuita para todas as crianças em idade escolar, seguindo as diretrizes nacionais para a educação básica.

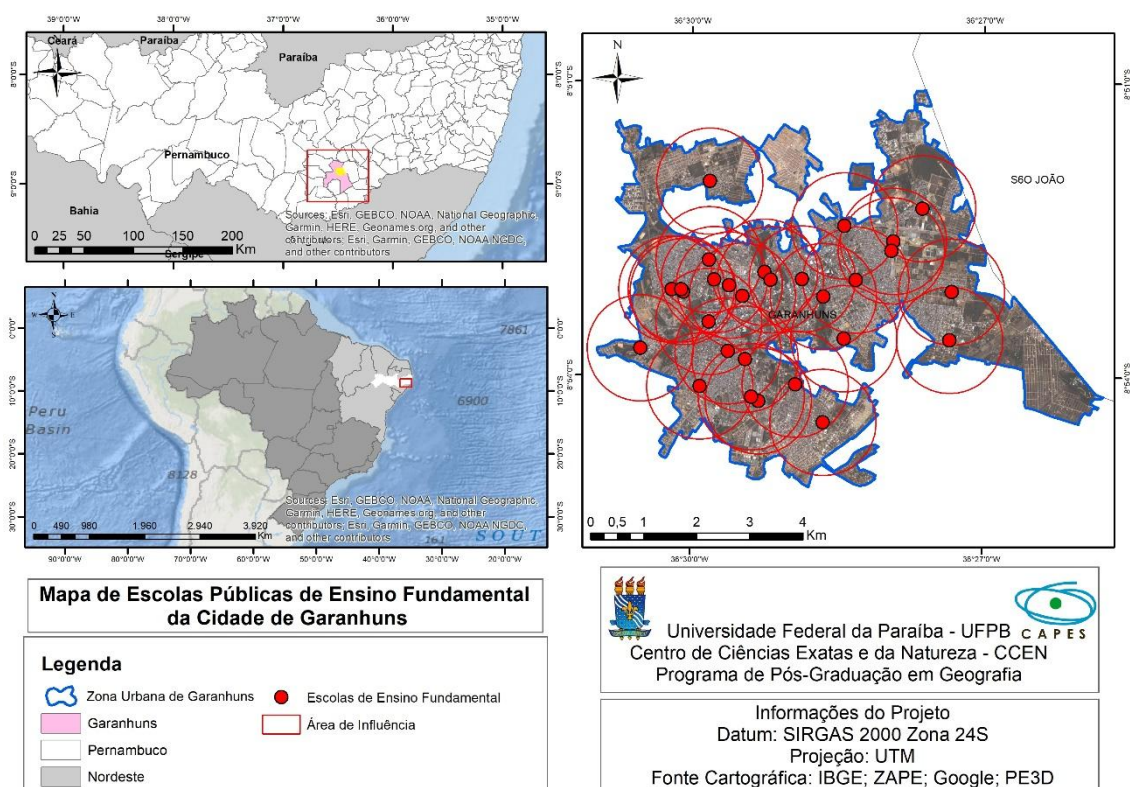
Apesar dos desafios enfrentados pelo sistema público de ensino no Brasil, a cidade de Garanhuns tem investido em melhorias na educação pública, como a ampliação de programas de formação continuada para professores, a aquisição de novos materiais didáticos e tecnologias educacionais, além da construção de novas escolas e da reforma das existentes.

O IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), é uma avaliação que reúne alguns indicadores, entre eles o SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica) é uma avaliação aplicada pelo Ministério da Educação (MEC) que tem como objetivo avaliar a qualidade da educação básica no país. Em Garanhuns, no ano de 2021, último período com resultados sobre as escolas públicas de ensino fundamental, tem as seguintes notas nas avaliações: 6,18 em matemática (as notas variam de 0 a 10); 5,89 em língua portuguesa (as notas variam de 0 a 10); 0,89 de aprovação, considerado bastante baixo e reprovações são recorrentes e a nota no IDEB de 5,4, mas não atingiu a média nacional embora esteja próximo.

Os dados do IDEB de outros anos, demonstram que houve uma piora dos resultados em comparação com 2019, provavelmente explicada pelo período de pandemia vividos nos anos de 2020/2021, onde os alunos passaram um longo período longe das salas de aula.

Assim, foi elaborado um mapeamento das escolas públicas que oferecem o nível fundamental na cidade de Garanhuns, relacionando sua nota no SAEB e áreas de influência, visto que é previsto em legislações (Lei de Diretrizes e Bases da Educação e o Estatuto da Criança e do Adolescente) a proximidade da casa do discente com a instituição de ensino (Figura 54).

Figura 54 Mapa de Escolas públicas de ensino Fundamental da cidade de Garanhuns - PE



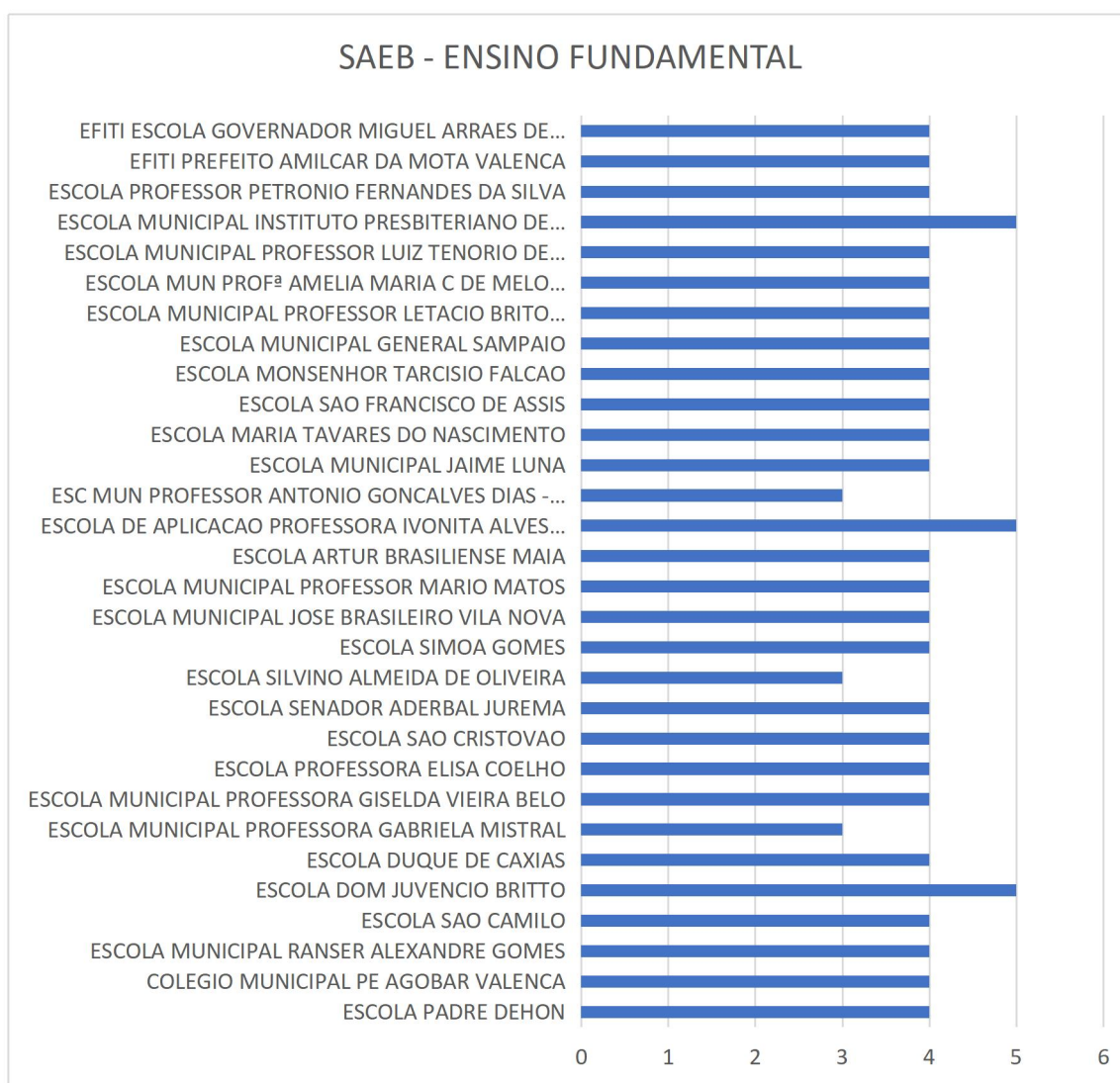
Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D; Secretária Municipal de Educação de Garanhuns. Elaborado pelo autor.

Através do mapeamento realizado, é possível observar que a cidade de Garanhuns tem 30 estabelecimentos que oferecem o ensino fundamental, principalmente nas áreas centrais, enquanto em diversas áreas periféricas da cidade, não são abrangidas pelo serviço.

Importante salientar que tanto o ensino infantil e fundamental, são prioridades da gestão municipal, sendo compartilhado as escolas para essas duas etapas da educação. Mas também são observadas instituições públicas geridas pelo estado de Pernambuco, como é o caso da escola de aplicação e Simoa Gomes.

A seguir, apresentamos as notas obtidas por cada escola de Garanhuns no SAEB (Figura 55), variando o nível de 1 a 9, sendo um índice que avalia o nível de aprendizado demonstrados pelos alunos através de avaliações e exames.

Figura 55 Gráfico das notas SAEB do ensino fundamental de Garanhuns - PE



Fonte: MEC. Elaborado pelo Autor.

A partir do gráfico, podemos perceber que as escolas da cidade de Garanhuns têm uma média de 4 pontos para o SAEB, ocorrendo alguns destaques positivos com no 5, entre eles as escolas Dom Juvêncio de Brito, Aplicação Professora Ivonita Alves e o Instituto Presbiteriano de Heliópolis. Contudo, também existem escolas que apresentam nota 3, sendo elas as escolas Professora Gabriela Mistral, Senador Aderbal Jurema e a Jaime Luna.

Com a média 4 na maioria das escolas, isso indica que os alunos têm a capacidade de identificar informações explícitas, representações de personagens e temas principais em textos, inferir sentido nos textos e reconhecer relações de causa e efeitos nos gêneros textuais. Além disso, são capazes de reconhecer grandezas espaciais,

planificação das formas, utilizar e calcular operações para resolução de problemas, além do uso e tratamento de informações.

Já nos níveis 5 os alunos têm uma capacidade maior as ditas no nível 4 e consegue ter um maior aprofundamento de interpretação estabelecidos, como o uso das pontuações de maneira satisfatória.

Assim, podemos observar que as escolas públicas de nível fundamental da cidade de Garanhuns estão próximas da média nacional, faltando pouco para contemplação dos objetivos das médias nacionais.

➤ Estabelecimento de educação - ensino médio

A escola de ensino médio é de extrema importância para a sociedade, pois é nesta etapa da educação básica que os alunos são preparados para ingressar no ensino superior ou no mercado de trabalho. Além disso, a escola de ensino médio é responsável por desenvolver habilidades e competências que são fundamentais para a vida adulta, como a capacidade de análise crítica, a resolução de problemas, o trabalho em equipe e a comunicação efetiva.

Outra importância da escola de ensino médio é que ela ajuda a promover a igualdade de oportunidades, ao oferecer uma formação de qualidade para todos os alunos, independente da classe social ou do nível de renda. A escola de ensino médio também contribui para a formação de cidadãos críticos e conscientes de seus direitos e deveres, e para o fortalecimento da democracia.

Além disso, a escola de ensino médio é importante para o desenvolvimento econômico e social do país, ao formar profissionais capacitados e qualificados para o mercado de trabalho. Por meio da educação, é possível aumentar a produtividade e a competitividade das empresas, impulsionando o crescimento econômico e a melhoria da qualidade de vida da população.

O ensino médio público na cidade de Garanhuns é oferecido pela rede estadual de ensino, que conta com diversas escolas distribuídas pela cidade. As escolas públicas de ensino médio em Garanhuns geralmente oferecem uma ampla gama de disciplinas, como português, matemática, física, química, biologia, história, geografia, língua estrangeira e educação física. Além disso, muitas escolas oferecem também disciplinas eletivas, que permitem que os alunos escolham os temas que mais se identificam.

O modelo de ensino integral adotado pelo Estado de Pernambuco é baseado em quatro pilares: formação geral, formação técnica, desenvolvimento humano e participação cidadã.

O objetivo do ensino integral é ampliar o tempo de permanência dos estudantes na escola, permitindo que eles tenham acesso a uma formação mais ampla e completa. Nas escolas de ensino integral, os estudantes passam cerca de sete horas por dia na escola, em um período que inclui aulas regulares, atividades complementares, oficinas e projetos.

Outra característica do ensino médio público em Garanhuns é a oferta de cursos técnicos integrados ao ensino médio. Esses cursos são voltados para áreas específicas, como administração, agroindústria, edificações, eletrotécnica, informática, meio ambiente, entre outros. Eles permitem que os alunos tenham uma formação mais completa e estejam preparados para ingressar no mercado de trabalho logo após a conclusão do ensino médio.

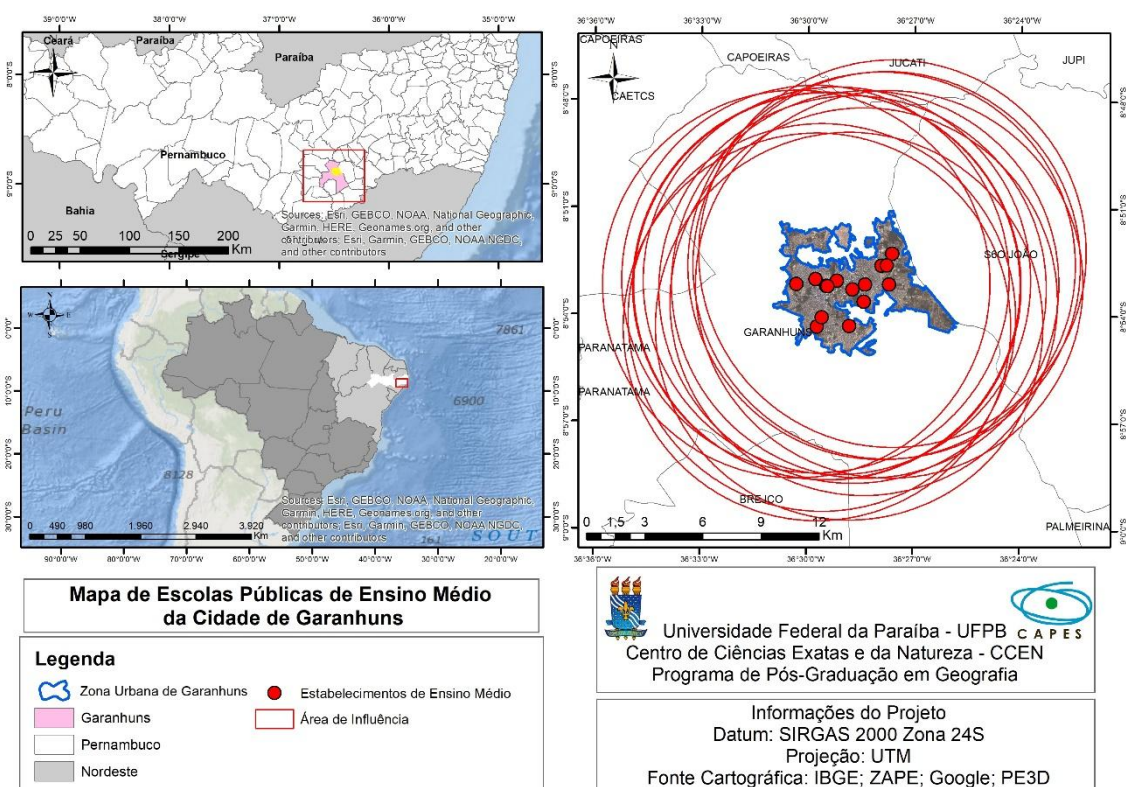
As escolas públicas de ensino médio em Garanhuns também costumam oferecer atividades extracurriculares, como grupos de teatro, música, dança, esportes, entre outros. Essas atividades ajudam a desenvolver habilidades socioemocionais nos alunos, além de promover a integração e a convivência entre os estudantes.

Nesse sentido, as notas no SAEB das escolas de ensino médio de Garanhuns, foram 5,18 para matemática; 5,41 para língua portuguesa. Essas notas representam um decréscimo em relação aos anos de ensino fundamental, contudo, representam um aumento em relação aos anos anteriores.

Além disso, as escolas de ensino médio apresentaram uma taxa de aprovação de 0,94, nota que compreende uma alta aprovação e manutenção dos jovens nas escolas, com mais de 95% de matrículas. Já a nota no IDEB está mais abaixo que as do ensino fundamental, marcando 5 pontos, nota muito abaixo da média nacional.

Assim, foi elaborado um mapeamento das escolas públicas de ensino médio de Garanhuns, relacionando sua área de influência e nota no SAEB, principalmente, por essa etapa representar a maior capacidade de desenvolvimento crítico de um cidadão em sociedade (Figura 56).

Figura 56 Mapa de escolas públicas de ensino médio da cidade de Garanhuns - PE



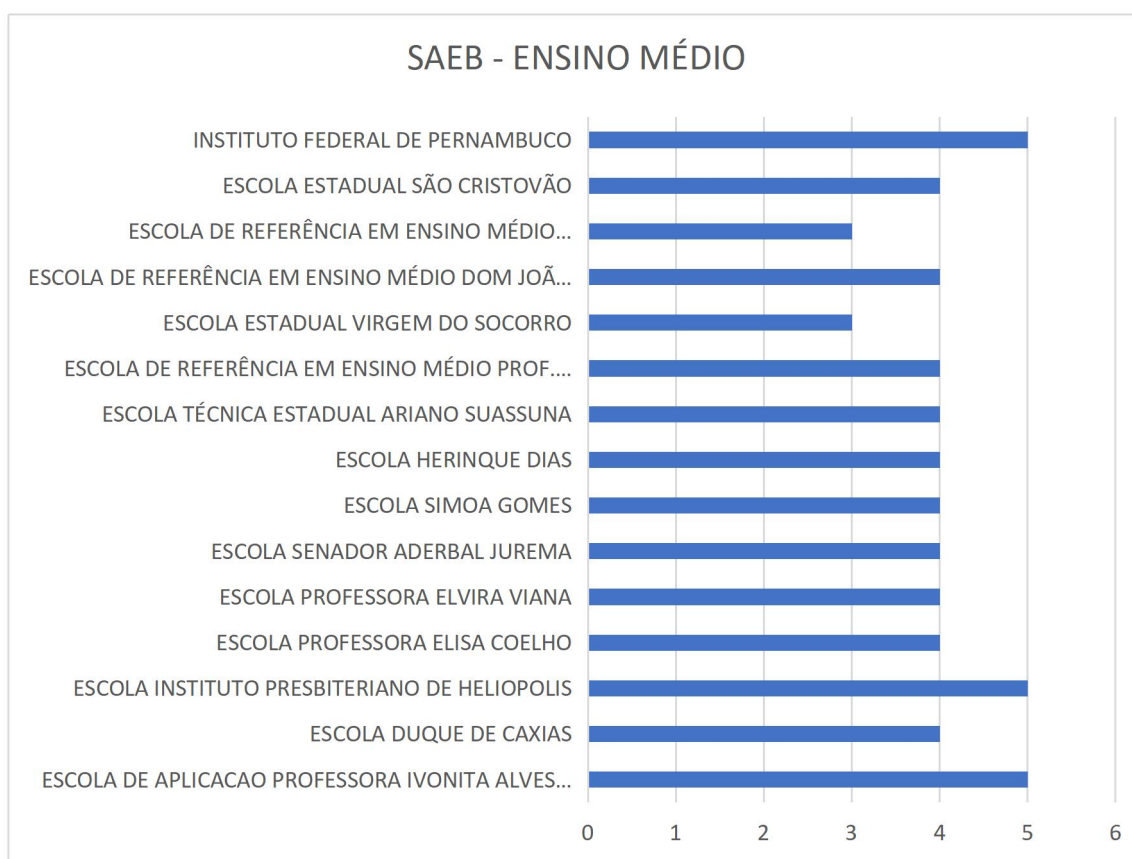
Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D; Secretária Estadual de Educação de Pernambuco. Elaborado pelo autor.

A partir do mapeamento das escolas públicas de ensino médio presentes na cidade de Garanhuns e da estipulação das áreas de influência das mesmas, é possível perceber que existe uma grande abrangência, servindo até para municípios vizinhos, recebendo alunos principalmente para as escolas com modalidade integral ou técnica.

Assim, Garanhuns conta com 15 escolas de nível médio, distribuídas por diversos bairros, sendo três escolas de modalidade integral, as ditas escolas de referência, duas técnicas, sendo uma administrada pelo estado de Pernambuco e outra pelo governo federal, o Instituto Federal de Pernambuco.

Todas as outras escolas seguem um regime semi-integral ou regular de um período. Salientando que algumas dessas escolas são as mesmas que oferecem o ensino fundamental, como as Escolas de Aplicação e Simoa Gomes. Isso representa uma política de continuidade das instituições no mesmo prédio escolar. A partir dessas informações, foi levantado um gráfico que exprime as notas das referidas escolas no SAEB (Figura 57).

Figura 57 Gráfico dos níveis do SAEB do ensino médio de Garanhuns - PE



Fonte: MEC. Elaborado pelo Autor.

Como o gráfico indica, a cidade de Garanhuns conta com 10 escolas no nível 4 do SAEB, indicando que os alunos têm uma capacidade de localizar informações em diferentes tipos de textos, eles também podem identificar argumentos em contos, reconhecer elementos da narrativa, variantes linguísticas, efeitos de sentido produzidos por recursos morfosintáticos em poemas, além de comparar poemas com o mesmo tema e distinguir fatos de opiniões em diferentes tipos de textos. Eles também podem inferir informações a partir do uso de recursos gráficos em poemas, efeitos de humor em tirinhas e compreender as relações de causa e consequência em fragmentos de romance e piadas.

Na matemática, os alunos são capazes de resolver problemas envolvendo área de regiões compostas por retângulos, reconhecer o gráfico de uma função a partir de valores, determinar a lei de formação de uma função linear a partir de dados em uma tabela, resolver sistemas de duas equações lineares, determinar um termo de progressão aritmética e calcular a probabilidade de eventos simples. Além disso, eles podem resolver problemas utilizando proporcionalidade direta ou inversa, e resolver problemas de contagem usando o princípio multiplicativo.

Além disso, três escolas obtiveram o nível 5, indicando uma maior capacidade de localizar informações explícitas em resumos e identificar informações principais em reportagens, eles podem identificar elementos da narrativa e relações entre argumento e ideia central em crônicas. Também são capazes de reconhecer a finalidade de propagandas, variantes linguísticas e efeitos de sentido de recursos gráficos em crônicas e artigos, além de reconhecer relações de causa e consequência e relações de sentido marcadas por conjunções em reportagens, artigos e ensaios. Eles conseguem reconhecer o tema em poemas, diferenciar fato de opinião em resenhas e inferir o sentido de palavras e expressões em piadas e letras de música. Por fim, são capazes de inferir informações em artigos e o sentido de expressão em fragmentos de romances.

Assim, os níveis apresentados pelo SAEB ainda indicam que as escolas de Garanhuns precisam melhorar o nível de compreensão dos alunos, pois, todos estão abaixo da média nacional que é 6. Contudo, é importante citar que a avaliação aconteceu depois do período da pandemia da covid-19.

➤ Estabelecimento de ensino - nível superior

O ensino superior é de extrema importância para a sociedade, pois é o nível de formação que proporciona um conhecimento mais aprofundado e especializado em áreas específicas do conhecimento. Além disso, a formação superior é fundamental para o desenvolvimento econômico, social e cultural de um país.

Em termos econômicos, a formação superior permite que as pessoas possam acessar empregos mais qualificados e bem remunerados, o que contribui para a redução da desigualdade social e para o aumento da produtividade e competitividade das empresas. Além disso, a formação superior é fundamental para o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação, que são fatores essenciais para o crescimento econômico e a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Do ponto de vista social, a formação superior é um fator de inclusão e ascensão social, permitindo que pessoas de diferentes origens sociais possam acessar oportunidades de desenvolvimento pessoal e profissional. Além disso, a formação superior é fundamental para a formação de cidadãos críticos e conscientes, capazes de compreender e intervir nos problemas e desafios da sociedade contemporânea.

Por fim, a formação superior é fundamental para o desenvolvimento cultural de um país, pois permite que as pessoas possam ter acesso a um conhecimento mais amplo e diversificado em áreas como arte, literatura, história, filosofia, entre outras. Isso contribui para a formação de uma sociedade mais plural e democrática, capaz de valorizar e respeitar as diferentes formas de expressão e manifestação cultural.

A cidade de Garanhuns é marcada ser um polo estudantil, principalmente o de ensino superior, atraindo uma verdadeira multidão de estudantes de cidades circunvizinhas e de outras regiões do estado e do Nordeste. Garanhuns conta com 4 universidades públicas, sendo a Universidade de Pernambuco a mais antiga, remonta do ano de 1966 e veio com o objetivo de formar professores para a região. Contudo, hoje conta com outros cursos como medicina, psicologia, engenharia de software, entre outros.

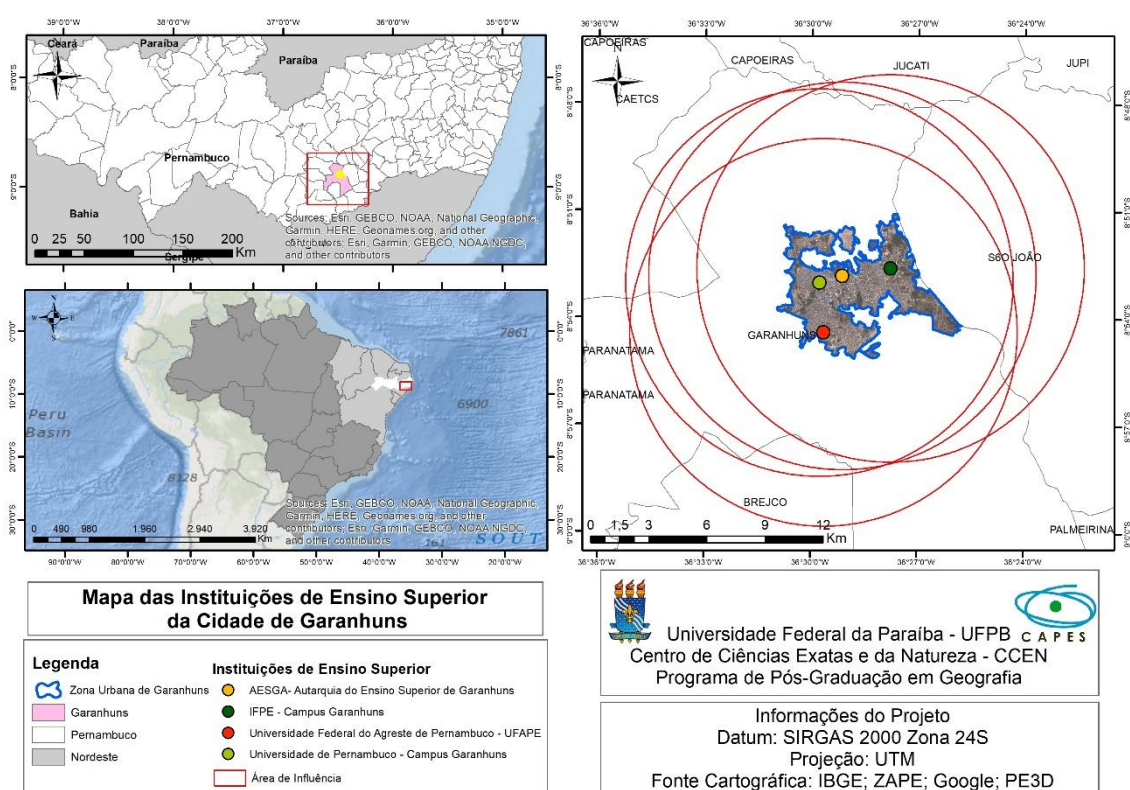
Posteriormente, foi criada a Autarquia de Ensino Superior de Garanhuns (AESGA), com o intuito de profissionalizar o comércio da cidade, criando cursos como administração e direito, posteriormente formando outras profissões como engenheiros civis e arquitetos.

Já a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), veio como uma forma a auxiliar a produção agropecuária da região de Garanhuns, criando cursos voltados ao campo, como exemplo: agronomia, medicina veterinária, zootecnia, entre outros cursos.

Mais recentemente, foi instalado uma unidade do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), que originalmente serviria para o ensino médio e técnico, contudo, com o desenvolvimento dos seus trabalhos, atualmente conta com cursos de nível superior, como engenharia elétrica.

Diante dessa realidade de ensino superior na cidade de Garanhuns, foi elaborado um mapeamento das instituições de nível superior e relacionando a área de influência com suas respectivas notas no Índice Geral do Ministério da Educação para as universidades espalhadas dentro do Brasil (Figura 58).

Figura 58 Mapa das instituições públicas de ensino superior na cidade de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D; Ministério da Educação. Elaborado pelo autor.

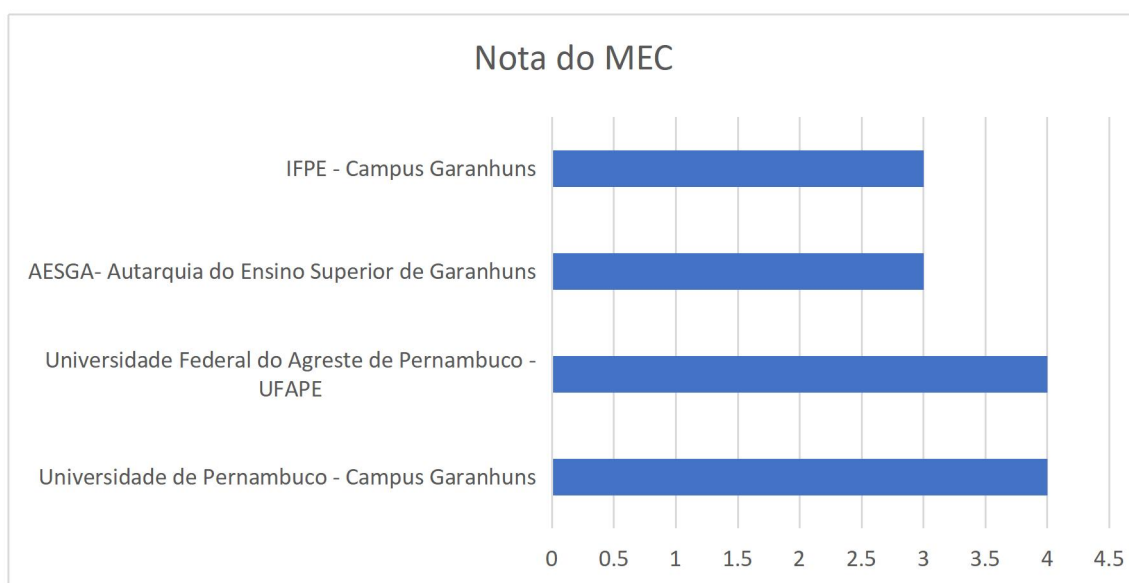
Pelas dimensões das universidades e sua área de influência, elas abrangem toda a cidade de Garanhuns e contemplam grande parte do agreste meridional de Garanhuns, recebendo alunos de vários municípios.

Além do mais, cabe destacar que por ser um polo universitário, a cidade conta com diversas instituições de ensino privado, indo desde cursos de saúde, humanidades, exatas, entre outros.

Dentre os estabelecimentos de ensino, destaca-se a Universidade de Pernambuco, devido a sua formação de professores em diversas áreas do conhecimento, sendo importante para o aumento da criticidade e reflexão de pensamentos para a população do meio urbano.

Diante disso, foi elaborado um gráfico indicando as notas que cada universidade obteve nas avaliações realizadas pelo Ministério da Educação através do SINAES que recolhe informações do ENADE – Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes e das avaliações institucionais que varia de 1 a 5 (Figura 59).

Figura 59 Gráfico das notas do SINAE para as universidades na cidade de Garanhuns - PE



Fonte: MEC. Elaborado pelo Autor.

A partir das notas, podemos perceber que a UPE e a UFAPE são as instituições com melhores notas, 4 respectivamente, e seguidas pelo IFPE e AESGA com nota 3. A nota 4 indica que está acima de média, entregando o mínimo exigido pelo MEC, já a nota 3 indica que são instituições que fazem o mínimo para o funcionamento pleno exigido pelo MEC.

Assim, podemos perceber que as universidades de Garanhuns fazem o necessário para formação dos seus profissionais, indicando que existe a possibilidade de evolução, contudo, não indicam resultados muito ruins.

➤ Estabelecimentos Culturais

Os estabelecimentos culturais, como museus, bibliotecas, centros culturais e teatros, têm uma grande importância para a reflexão crítica e para o desenvolvimento da sociedade. Esses espaços possibilitam o acesso à cultura, ao conhecimento e à arte, permitindo que as pessoas tenham contato com diferentes formas de pensar, agir e criar.

Por meio dos estabelecimentos culturais, é possível conhecer a história de diferentes povos e culturas, compreender suas tradições e costumes, refletir sobre questões sociais e políticas, e apreciar diferentes formas de expressão artística. Além disso, esses espaços permitem o acesso a informações e conhecimentos que muitas vezes não são encontrados em outros lugares.

Ao possibilitar o acesso à cultura e ao conhecimento, os estabelecimentos culturais contribuem para o desenvolvimento da reflexão crítica, estimulando a formação de opiniões e a busca por soluções para os problemas da sociedade. Esses espaços são fundamentais para a formação de cidadãos críticos e conscientes, capazes de compreender o mundo à sua volta e agir de forma consciente e responsável.

Além disso, os estabelecimentos culturais também têm uma grande importância para a preservação da memória e da identidade cultural de uma sociedade. Por meio dos museus, bibliotecas e arquivos, é possível preservar e disponibilizar para as gerações futuras importantes registros históricos, culturais e científicos.

A cidade de Garanhuns representa um grande polo cultural para região, principalmente pelos seus festivais, museus e bibliotecas públicas. Um dos principais espaços culturais de Garanhuns é o Centro Cultural Alfredo Leite Cavalcanti (Figura 60), que possui uma programação diversificada, com exposições, apresentações teatrais, musicais, oficinas, entre outros eventos. Além disso, a cidade possui o Teatro Luiz Souto Dourado, que é considerado um dos principais espaços de apresentações artísticas da região.

Figura 60 Centro Cultural da Cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Garanhuns também possui museus que são importantes para a preservação da história e cultura local, como o Museu Histórico e Cultural de Garanhuns e o Museu de

Arte de Garanhuns. Além disso, a cidade conta com espaços de exposições de arte, como a Galeria de Artes Ana das Carrancas e a Galeria Cícero Dias.

Outra importante opção de acesso à cultura em Garanhuns são as bibliotecas públicas, que oferecem um acervo diversificado de livros, periódicos e materiais audiovisuais para a população. Destaca-se a Biblioteca Municipal Luís Jardim (Figura 61), que possui um grande acervo e realiza diversas atividades de incentivo à leitura e promoção da cultura.

Figura 61 Biblioteca Municipal Luís Jardim em Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já sobre o festival de inverno de Garanhuns, é uma atração à parte, pois é considerado o maior festival cultural da América Latina. Durante o evento, a cidade se transforma em um grande palco, com apresentações de artistas locais, regionais e nacionais em diversos espaços públicos e privados. O festival conta com uma programação diversificada, que inclui shows musicais, apresentações teatrais, exposições de arte, mostras de cinema, atividades literárias, oficinas e palestras.

O Festival de Inverno de Garanhuns é uma importante oportunidade para o público local e visitantes terem acesso à cultura, além de ser uma vitrine para artistas e

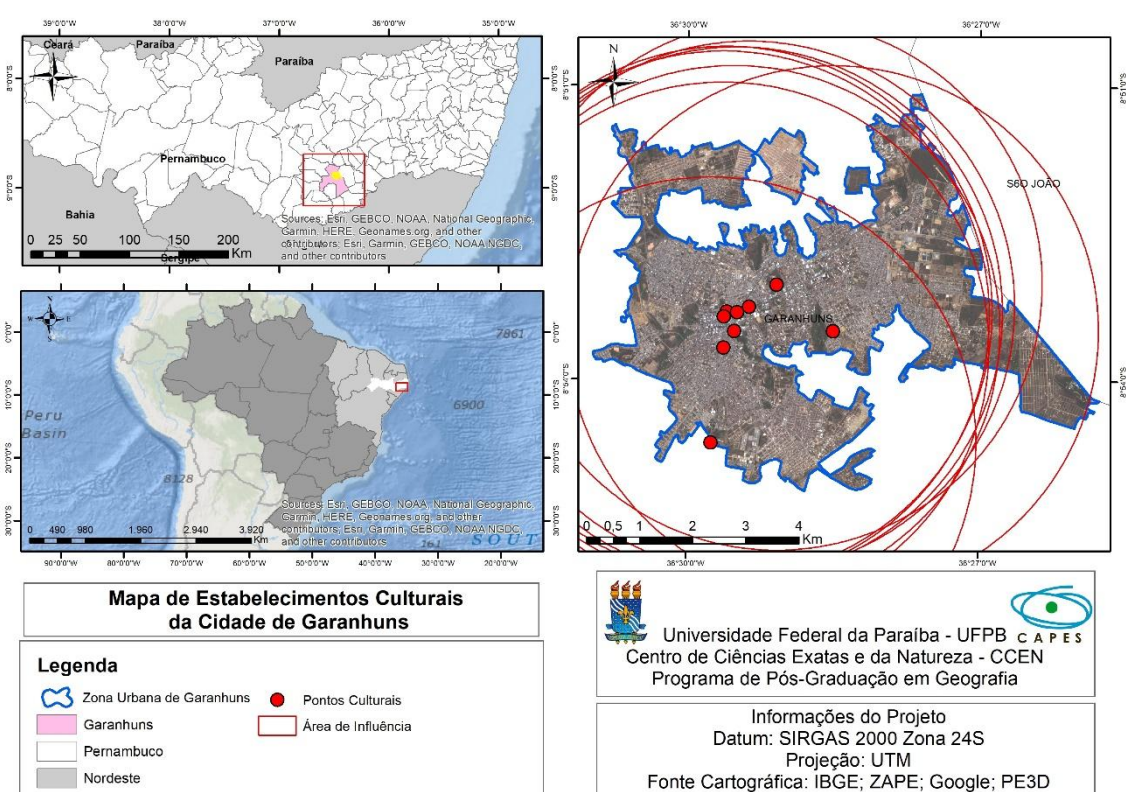
produtores culturais divulgarem seus trabalhos. Além disso, o evento movimenta a economia da cidade, gerando empregos, atraindo turistas e aquecendo o comércio local.

Ao longo dos anos, o festival se consolidou como um dos principais eventos culturais do país, recebendo importantes artistas nacionais e internacionais, como Chico Buarque, Maria Bethânia, Alceu Valença, Zélia Duncan, Elba Ramalho, entre outros.

Dessa forma, o Festival de Inverno de Garanhuns se tornou uma marca da cidade, atraindo turistas de diversas partes do país e contribuindo para a promoção da cultura, da arte e do turismo na região.

Nesse sentido, foi mapeado pontos culturais da cidade de Garanhuns, a fim de observar os pontos de acesso à cultura e sua área de influência, sendo importantíssimo para o estabelecimento de um pensamento mais crítico sobre a sua realidade (Figura 62).

Figura 62 Mapa de estabelecimentos culturais na cidade de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

A partir do mapeamento dos estabelecimentos culturais, podemos perceber que estão concentrados nas áreas mais centrais de Garanhuns, entretanto, estão abrangendo todas as localidades urbanas, mesmo que nem cada estabelecimento consiga influenciar, mas todas estão abrangidas.

Assim, com esta abrangência, atrelada aos festivais existentes, é possível notar que a cidade de Garanhuns é um expoente cultural e tem capacidades para desenvolver um pensamento mais crítico para a sua população.

5.1.3 Capacidade de Suporte

Já para o mapeamento da capacidade de suporte foi feita através dos indicadores propostos e definindo o quanto o meio urbano de Garanhuns está preparado para algum tipo de caso de risco. Assim, em ambiente SIG, foi integrados as seguintes informações.

➤ Resíduos urbanos recolhidos

O recolhimento adequado dos resíduos sólidos é essencial para manter uma cidade limpa, saudável e segura para seus habitantes e para preservar o meio ambiente. O lixo pode ser prejudicial para o meio ambiente se não for descartado corretamente. Materiais como plásticos e metais podem levar centenas de anos para se decompor e podem poluir o solo e as águas subterrâneas. O lixo também pode obstruir os rios e córregos, contribuindo para enchentes.

Quando o lixo é deixado ao ar livre, ele pode atrair moscas, ratos e outros vetores de doenças, que podem espalhar doenças para os humanos. O recolhimento adequado do lixo pode ajudar a reduzir o risco de transmissão de doenças.

A presença de lixo nas ruas e calçadas pode ser desagradável e prejudicar a aparência de uma cidade. O recolhimento regular e adequado do lixo ajuda a manter a cidade limpa e agradável para os moradores e visitantes.

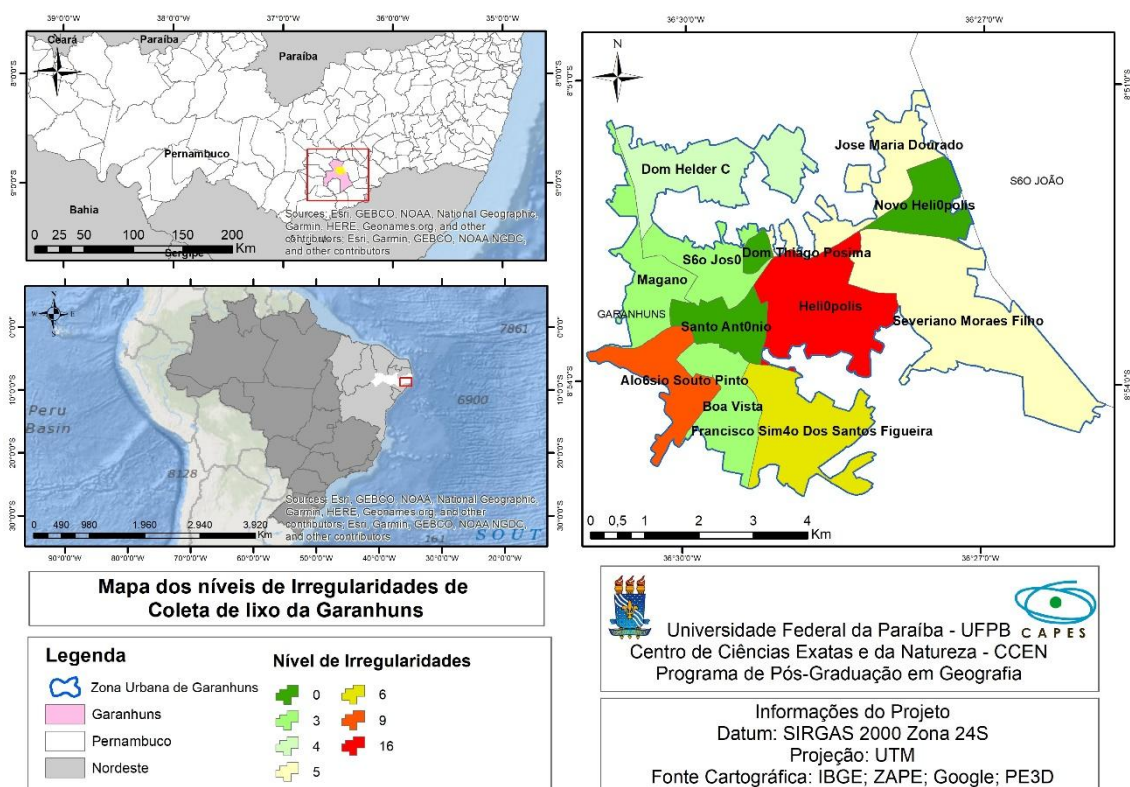
A coleta de resíduos sólidos em uma cidade geralmente envolve uma equipe de trabalhadores que percorrem as ruas em caminhões de coleta de lixo. Os trabalhadores recolhem o lixo dos contentores, caçambas ou sacos de lixo colocados nas calçadas pelos moradores ou em pontos de coleta específicos em locais públicos. O lixo é então transportado para um aterro sanitário ou uma usina de reciclagem.

A frequência da coleta pode variar dependendo da cidade e do bairro. Em áreas mais movimentadas e com maior quantidade de resíduos, a coleta pode ser feita diariamente ou a cada dois dias, exemplo disso é a cidade de Garanhuns. Já em áreas menos movimentadas, a coleta pode ser realizada em dias alternados ou uma vez por semana.

No caso específico da cidade de Garanhuns, em Pernambuco, o serviço de coleta de resíduos sólidos é gerenciado pela Autarquia Municipal de Segurança, Trânsito e Transportes (AMSTT). A coleta é feita por meio de caminhões compactadores que percorrem as ruas da cidade em dias e horários específicos, de acordo com a programação estabelecida pela AMSTT. Os resíduos coletados são encaminhados para o Aterro Sanitário de Garanhuns, que fica a cerca de 8 km do centro da cidade.

Nesse sentido, a cidade de Garanhuns conta com a coleta de resíduos sólidos a cada dois dias e ao todo são 11 veículos para toda cidade. Assim, foi elaborado um mapeamento das áreas irregulares com a identificação de pontos críticos de despejo de lixo domiciliar e resíduos sólidos, indicando localidades com maior dificuldade de coleta de material urbano (Figura 63):

Figura 63 Mapa dos níveis de irregularidade de coleta de lixo da cidade de Garanhuns- PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

A partir do mapeamento, podemos perceber que o bairro de Heliópolis se destaca por ter mais irregularidades, isso se deve por uma localidade chamada de “Liberdade”, região do referido bairro, com índices sociais baixos e que concentram

uma grande quantidade de terrenos baldios que são palcos de irregularidades na coleta de lixo e de resíduos sólidos (Figura 64).

Figura 64 Terreno Baldio na Liberdade no Bairro de Heliópolis em Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os outros bairros que mais têm irregularidades são o Aloisio Souto Pinto e o Francisco Simão dos Santos Figueira, localizados em áreas periféricas da cidade, sendo próximas a Br 424, concentrando uma grande quantidade de irregularidades em suas margens.

Já em bairros como Magano, Boa Vista, São José e Dom Helder Câmara, são áreas mais urbanizadas, principalmente pela concentração de residências, fazendo com que as poucas áreas de terrenos baldios sejam alvo de despejo irregular.

O bairro de Santo Antônio se destaca pelas poucas ou inexistentes irregularidades, devido ser centro comercial de Garanhuns, ocasionando numa maior atenção por parte dos gestores, elevando o potencial de manutenção dessa localidade perante outros bairros. Já o Novo Heliópolis, tem baixos nível de irregularidade devido a sua pouca quantidade de residências, sendo mais conhecido por seus lotes e casas unifamiliar privados.

Importante destacar que a cidade conta com mais de 500 containers espalhados pela cidade (Figura 65), funcionando como grande receptor de resíduos pela população, facilitando a coleta feita pelos caminhões de lixo.

Figura 65 Modelo do Container espalhado por Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

➤ Bancos e caixas econômicos

Os bancos desempenham um papel fundamental em momentos de crise econômica. Em tempos de crise, as empresas e as pessoas físicas podem precisar de dinheiro rapidamente para cobrir seus custos ou pagar suas dívidas. Os bancos podem fornecer essa liquidez por meio de empréstimos e linhas de crédito, o que pode ajudar a manter a economia em funcionamento.

Os bancos são responsáveis por manter o dinheiro dos clientes em segurança, o que pode ser especialmente importante em momentos de crise. Os depósitos bancários são garantidos por agências governamentais em muitos países, o que significa que os clientes podem ter confiança de que seus fundos estão protegidos, mesmo em tempos difíceis. Em momentos de crise, o comércio pode ser dificultado devido à falta de confiança e ao aumento do risco. Os bancos podem ajudar a facilitar o comércio ao

fornecer garantias financeiras e outros serviços que ajudam a minimizar o risco de transações comerciais.

Os bancos desempenham um papel importante na estabilização financeira ao fornecer empréstimos e outros serviços financeiros a empresas e governos. Isso pode ajudar a manter a economia em funcionamento e a evitar uma crise financeira ainda maior.

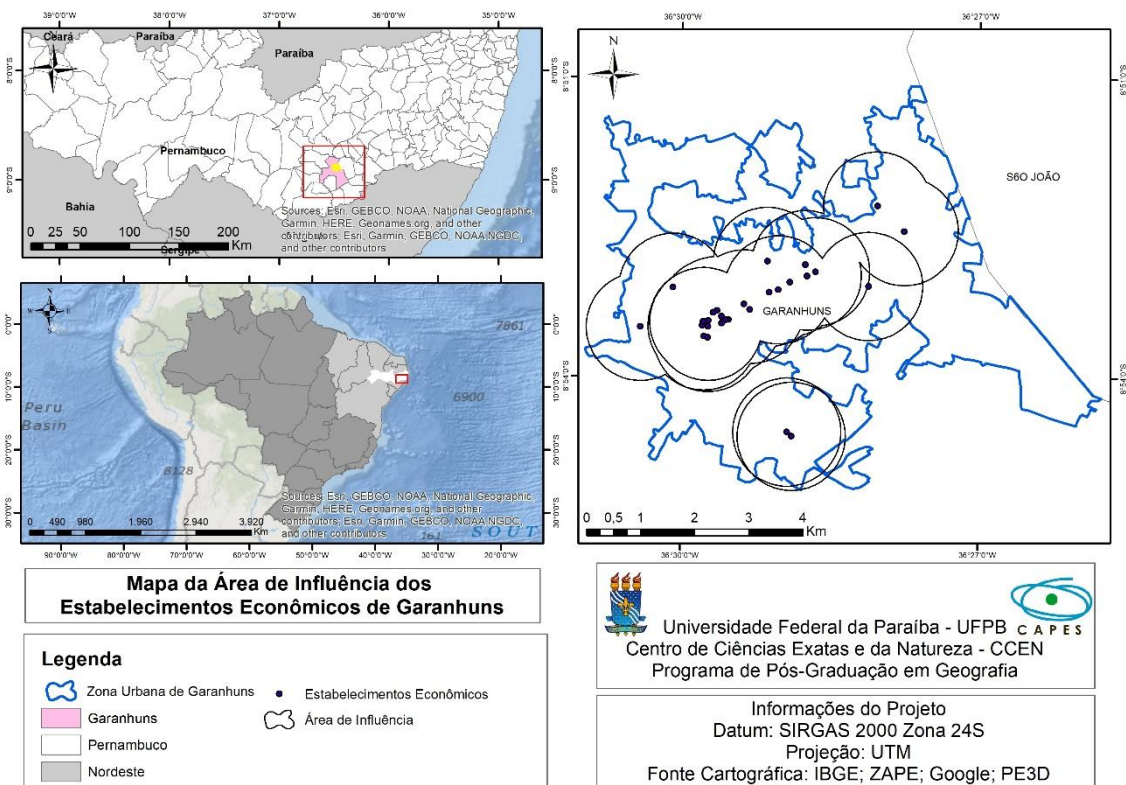
Os bancos também podem ser importantes na ajuda às cidades em tempos de crise. Os bancos podem fazer doações financeiras ou de outros recursos para ajudar as cidades em momentos de crise. Isso pode incluir doações para instituições de caridade, hospitais, escolas e outras organizações que prestam serviços à comunidade.

Os bancos podem fornecer empréstimos aos governos locais para ajudar a financiar projetos importantes, como melhorias na infraestrutura ou programas sociais. Isso pode ajudar as cidades a enfrentarem crises econômicas e a melhorar as condições de vida dos moradores.

Os bancos podem oferecer programas de assistência financeira aos seus clientes que estão passando por dificuldades financeiras. Isso pode incluir suspensão de pagamentos de empréstimos, isenção de taxas ou outras medidas que possam ajudar os clientes a lidar com as consequências de uma crise.

Nesse sentido, foi realizado um mapeamento das agências bancárias existentes em Garanhuns, como também postos 24h e lotéricas, a fim de verificar a área de influência como uma forma de capacidade de suporte para casos de risco socioambiental (Figura 66).

Figura 66 Mapa da área de influência da cidade de estabelecimentos econômicos de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

A partir do mapeamento, podemos perceber que existem 31 estabelecimentos econômicos, dentre bancários, caixas 24h e lotéricas, cobrindo apenas 18km² dos aproximadamente 30km² da área de Garanhuns, deixando bairros inteiros, como Dom Helder Câmara e Severiano Morais Filho, sem nenhum tipo de acesso financeiro em momentos de crise.

Importante salientar que dos 31 estabelecimentos, 16 são agências bancárias, 10 são caixas 24h e 5 são lotéricas. Dentre as agências bancárias, mais da metade são de bancos que tem sua fama devido a serem credores para população. Sendo importantes ferramentas de dinheiro rápido. Contudo, há de salientar que no Brasil existe uma política econômica de tomadas de créditos com altas taxas de juros, fazendo que muitas das dívidas contraídas pela população sejam bem extensivas.

Assim, podemos perceber que mesmo ocorrendo áreas que dificultam o acesso da população ao dinheiro, existem uma quantidade expressiva de estabelecimentos econômicos que a população possa utilizar, principalmente concentradas nas regiões centrais.

➤ Capacidade hoteleira

A capacidade hoteleira pode ser muito importante em situações de crise, especialmente em emergências que afetam muitas pessoas, como desastres naturais ou pandemias.

Em desastres naturais, como furacões, terremotos ou incêndios florestais, muitas pessoas podem ser deslocadas de suas casas e precisam de alojamento temporário. A capacidade hoteleira pode ajudar a fornecer esse alojamento, dando às pessoas um lugar seguro para ficar enquanto trabalham para se recuperar.

Em uma pandemia ou surto de doença contagiosa, as pessoas que estão infectadas podem precisar ser isoladas para evitar a propagação da doença. Os hotéis podem ser usados para fornecer esse isolamento, ajudando a manter a doença sob controle.

Em situações de crise, as pessoas mais vulneráveis, como idosos, doentes ou pessoas com deficiência, podem precisar de um local seguro para ficar. Os hotéis podem ser usados para fornecer esse refúgio, garantindo que essas pessoas tenham acesso a cuidados e segurança adequados.

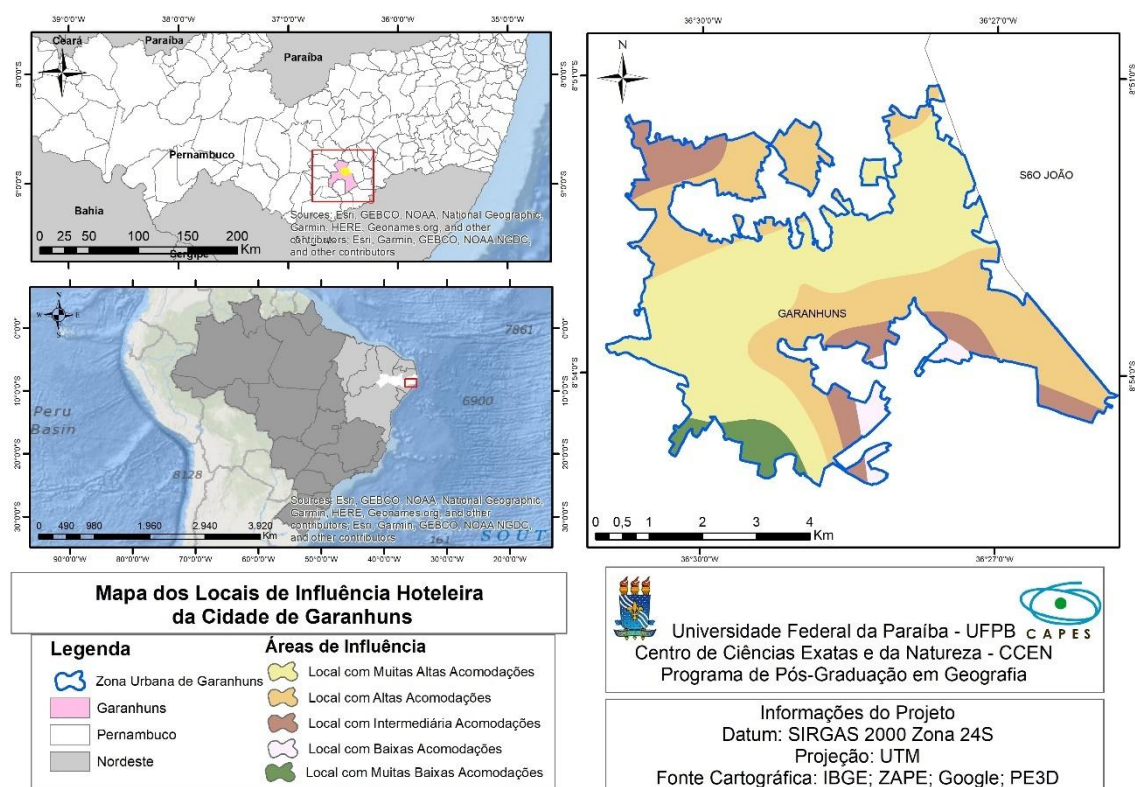
Os hotéis também podem ser usados como base de operações para equipes de resposta a emergências, como bombeiros, equipes de resgate ou equipes de saúde pública. Isso pode ajudar a coordenar as operações de resposta e fornecer um local centralizado para as equipes trabalharem.

A cidade de Garanhuns, localizada no estado de Pernambuco, Brasil, possui uma boa variedade de hotéis que atendem a diversos tipos de viajantes e orçamentos. Os hotéis em Garanhuns são classificados em diferentes categorias, desde hotéis econômicos até hotéis de luxo. A cidade possui algumas opções de hotéis boutique, resorts e pousadas charmosas em áreas rurais ao redor da cidade.

A maioria dos hotéis em Garanhuns está localizada no centro da cidade, próximo aos principais pontos turísticos, restaurantes e lojas. Algumas opções mais exclusivas estão localizadas nas áreas rurais da cidade. Os preços dos hotéis em Garanhuns variam bastante, dependendo do tipo de hotel, localização e época do ano. Alguns hotéis oferecem preços especiais para estadias mais longas ou para reservas antecipadas.

Nesse sentido, foi realizada um mapeamento sobre a capacidade hoteleira da cidade de Garanhuns, observando a localidade e a quantidade de pessoas que poderiam ser hospedadas em cada hotel ou pousada (Figura 67).

Figura 67 Mapa dos Locais mais Próximos para Acomodação.



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

A partir do mapeamento dos hotéis e da quantidade de leitos em cada um, foi observado a existência de 26 estabelecimentos de hospedagem e um total de 2615 hospedagens espalhados pela cidade de Garanhuns.

Assim, é possível perceber que os hotéis em sua maioria estão situados nos bairros mais movimentados, seja o Santo Antônio (Centro) por ter a maior concentração de empreendimentos comerciais, como o bairro de Heliópolis por ser mais turístico e ter mais atrações de entretenimento.

Enquanto as regiões mais periféricas, estão à margem das atrações turísticas e comerciais, sendo não colocados como pontos de interesse para o estabelecimento de hospedagens. Contudo, há de se mencionar as crescentes instalações no meio rural do município de Garanhuns que se destacam por suas hospedagens, como hotéis-fazendas.

Assim, localidades que concentram uma maior quantidade de hospedagens tem uma maior capacidade de suporte a população, enquanto localidades mais distantes são mais dificultadoras da vida da população vulnerável, uma vez que quanto mais distante da sua moradia, mais difícil é para auxiliar na recuperação dos riscos socioambientais.

➤ Corporações de bombeiros

As corporações de bombeiros são extremamente importantes para uma cidade por vários motivos. As corporações de bombeiros são responsáveis por responder a emergências, como incêndios, acidentes de trânsito, desabamentos e resgates em áreas de difícil acesso. A rapidez e eficiência da resposta dos bombeiros podem fazer a diferença entre a vida e a morte em muitos casos.

As corporações de bombeiros também são responsáveis pela prevenção de incêndios, inspecionando edifícios comerciais e residenciais para garantir que estejam em conformidade com as normas de segurança contra incêndios. Os bombeiros também educam a comunidade sobre os riscos de incêndio e como preveni-los. Além de combater incêndios, as corporações de bombeiros também prestam atendimento de emergência médica, atendendo a chamados de emergência em que as pessoas podem estar em perigo ou precisando de ajuda médica. Os bombeiros muitas vezes são a primeira linha de defesa em emergências médica antes da chegada dos serviços de ambulância.

As corporações de bombeiros também desempenham um papel importante em desastres naturais, como enchentes, deslizamentos de terra e tempestades. Eles ajudam no resgate e evacuação de pessoas afetadas pelos desastres, além de prestar apoio logístico às equipes de resgate. As corporações de bombeiros também ajudam a garantir a segurança pública, trabalhando em colaboração com outras agências de segurança, como a polícia e a defesa civil.

A cidade de Garanhuns, localizada no estado de Pernambuco, Brasil, possui uma unidade do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Pernambuco (CBMPE). A missão do CBMPE em Garanhuns é proteger a população local e o patrimônio por meio de serviços de prevenção, combate a incêndios, resgate e salvamento, atendimento pré-hospitalar, entre outros.

A unidade do CBMPE em Garanhuns está localizada na Rua Júlio Brasileiro, no bairro de Heliópolis. As instalações incluem dormitórios, cozinha, refeitório, salas de treinamento, salas de aula, ambulância e veículos de resgate.

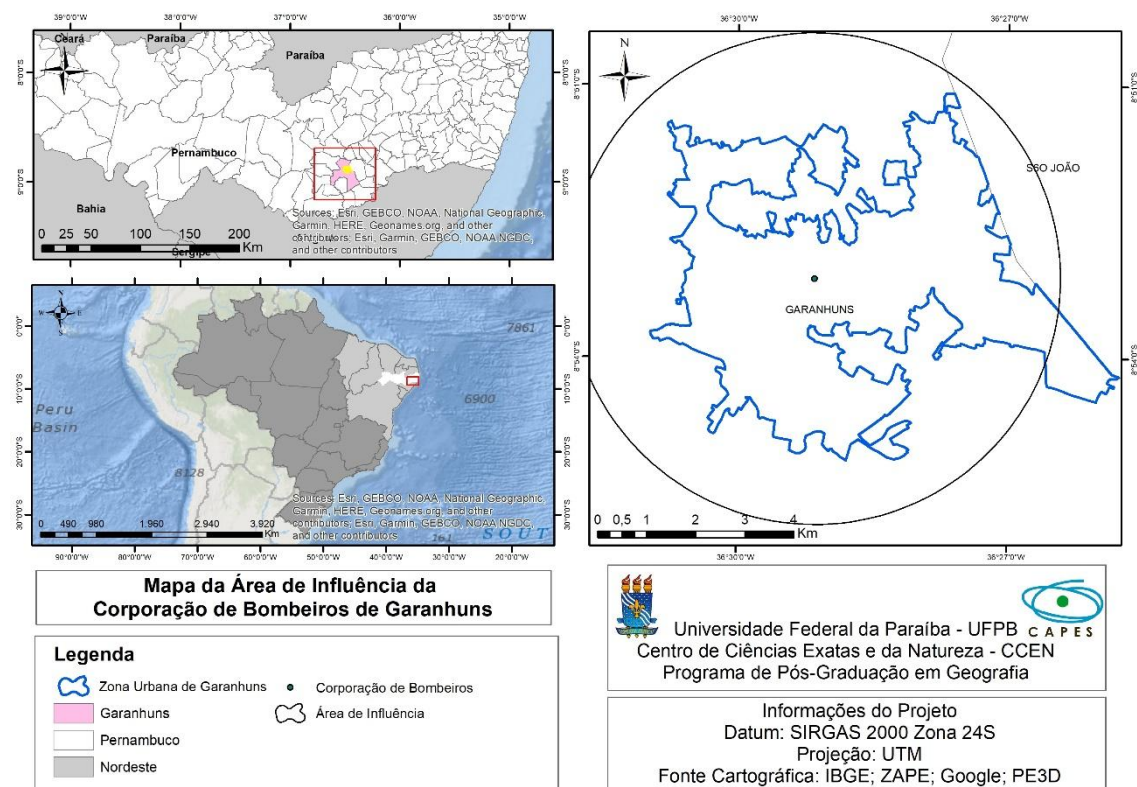
A equipe do CBMPE em Garanhuns é composta por bombeiros militares treinados e qualificados, que estão prontos para atender a emergências 24 horas por dia, sete dias por semana. A equipe também inclui oficiais responsáveis pela administração e gerenciamento da unidade.

A corporação de bombeiros em Garanhuns oferece uma variedade de serviços, incluindo combate a incêndios, resgate e salvamento, atendimento pré-hospitalar, inspeção e fiscalização de segurança contra incêndios em edificações, entre outros.

O CBMPE em Garanhuns também oferece treinamento para a comunidade em geral, incluindo treinamento em primeiros socorros, prevenção de incêndios e medidas de segurança contra incêndios. Esses treinamentos são uma forma de conscientizar e preparar a comunidade para emergências.

Assim, foi elaborado um mapa da corporação de bombeiros na cidade de Garanhuns, obtendo a área de influência na cidade (Figura 68).

Figura 68 Mapa da área de influência da corporação de bombeiros de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Como podemos observar no mapa, a cidade de Garanhuns conta apenas com uma corporação de bombeiros para toda cidade, nesse sentido existe áreas da cidade que ainda não são recobertas, somente no bairro Severiano Moraes Filho, considerado o bairro que mais novo e repleto de loteamentos destinados a construção de residências.

Ademais, a referida corporação de bombeiros conta com um caminhão, duas ambulâncias e duas viaturas destinadas ao atendimento da população, seja por qualquer tipo de acidente.

➤ Ambulâncias

As ambulâncias desempenham um papel fundamental na prestação de serviços de saúde de emergência para a população em uma cidade. Na cidade de Garanhuns, como em qualquer outra cidade, as ambulâncias são de extrema importância para garantir a segurança e o bem-estar dos cidadãos em emergências médicas.

Assim, tornam-se referências pois permitem uma resposta rápida a emergências médicas, o que pode ser crítico em muitos casos. Eles permitem que os pacientes sejam transportados rapidamente para o hospital, onde podem receber tratamento médico apropriado.

As ambulâncias também permitem que os pacientes recebam atendimento médico no local da emergência, antes de serem transportados para o hospital. Isso pode incluir a administração de medicamentos, a estabilização de feridas e outras intervenções médicas críticas.

Nesse sentido, as ambulâncias são projetadas para transportar pacientes de forma segura, com equipamentos e materiais médicos adequados. Isso ajuda a garantir que os pacientes recebam o tratamento adequado durante o transporte e cheguem ao hospital de forma segura.

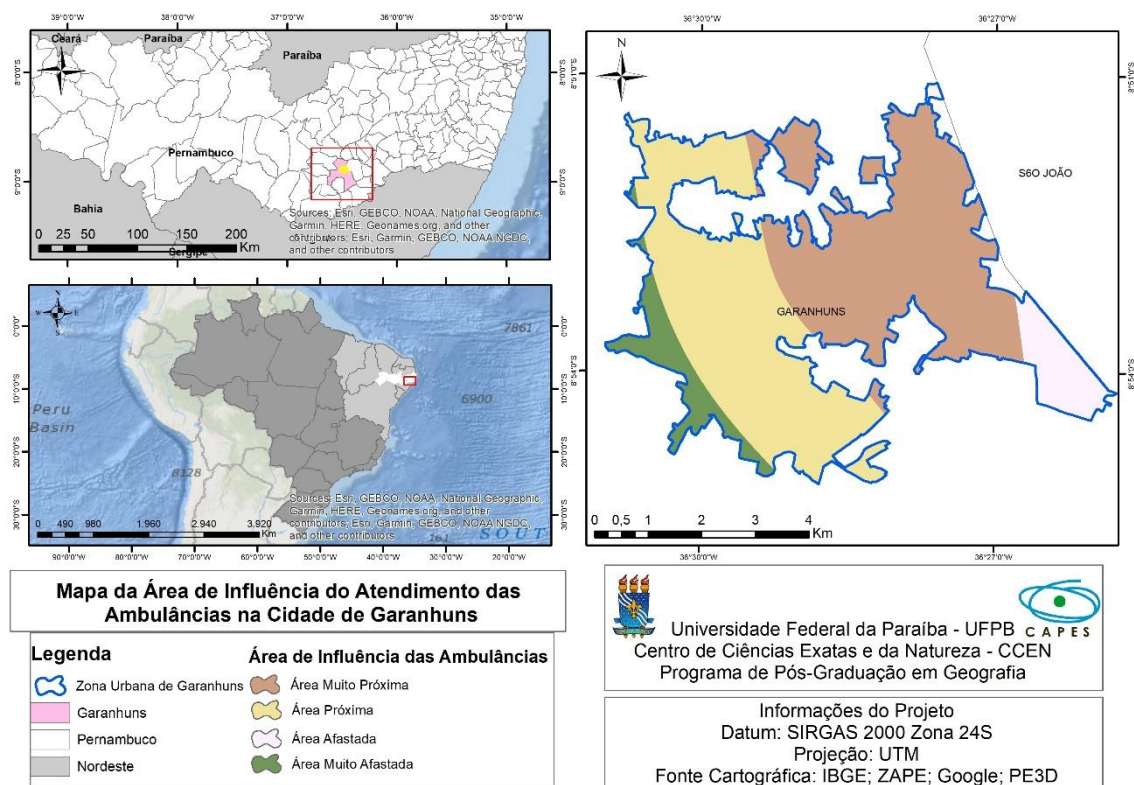
As ambulâncias também fornecem suporte aos serviços de emergência, como a equipe de resgate do Corpo de Bombeiros ou a Polícia Militar, que possam precisar transportar uma vítima de emergência para o hospital.

Na cidade de Garanhuns as ambulâncias estão disponíveis 24 horas por dia, sete dias por semana, para atender a emergências médicas em no município e região,

garantindo que a população possa receber atendimento médico de emergência a qualquer momento.

Assim, foi realizado um mapeamento da localização dos postos das ambulâncias e a quantidade existente na cidade de Garanhuns, observando sua respectiva área de influência (Figura 69).

Figura 69 Mapa das áreas de influência das ambulâncias de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado no mapa, a cidade de Garanhuns conta com dois postos de ambulâncias para atendimento da população. A primeira que é o corpo de bombeiros que disponibiliza duas ambulâncias e a outra é o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU, com cerca de 6 ambulâncias.

Através do mapa, podemos perceber que os bombeiros estão localizados no bairro de Heliópolis, próximo ao centro da cidade, sendo importante para toda região a oeste e sul da cidade, enquanto o SAMU está localizado mais a leste, abrangendo toda aquela localidade. Contudo, existem algumas localidades próximo as periferias a oeste e a sudeste, que estão bastante afastadas, elevando o tempo de chegada da emergência.

Assim, é possível compreender que Garanhuns ao passar dos anos tem elevado o número de ambulâncias, principalmente, sabendo que o serviço do SAMU foi disponibilizado há 10 anos e vem aumentando sua frota desde então.

➤ Área de influência de Hospitais

Os hospitais desempenham um papel vital em casos de risco socioambiental em uma cidade, pois são os locais onde as pessoas podem receber tratamento médico adequado para lesões e doenças relacionadas a esses riscos. Em Garanhuns, assim como em qualquer outra cidade, os hospitais são de extrema importância para garantir a segurança e o bem-estar da população em situações de risco socioambiental.

Em caso de desastres naturais, como enchentes, deslizamentos de terra, terremotos, tornados, entre outros, os hospitais são importantes para prestar socorro médico aos feridos e doentes que podem ter sido afetados pelo desastre.

A poluição do ar e da água pode causar uma série de problemas de saúde, incluindo doenças respiratórias, doenças do coração, câncer e outros problemas de saúde. Os hospitais são importantes para tratar as pessoas afetadas por essas condições.

Em situações de epidemias ou surtos de doenças infecciosas, os hospitais são essenciais para tratar as pessoas que foram infectadas. Isso é especialmente importante em casos de doenças altamente contagiosas, como a COVID-19.

Acidentes industriais, como vazamentos de produtos químicos ou explosões, podem causar lesões graves ou até mesmo mortes. Os hospitais são importantes para tratar as pessoas afetadas por esses acidentes e ajudá-las a se recuperar.

Os hospitais também são importantes para tratar pessoas que foram feridas em crimes ou atos violentos, fornecendo atendimento médico e ajudando as vítimas a se recuperar.

A cidade de Garanhuns conta com alguns hospitais e unidades de saúde para atender à população local e de cidades vizinhas. Alguns desses hospitais incluem:

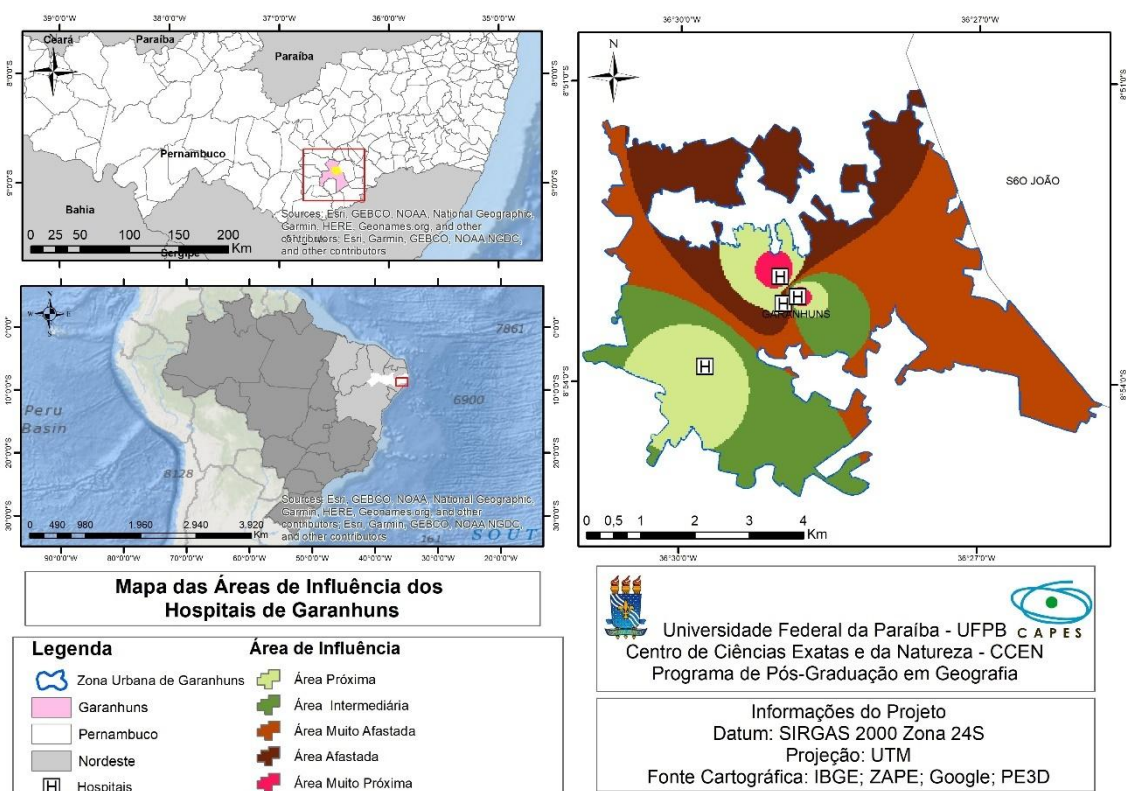
Hospital Regional Dom Moura: É o principal hospital da cidade e atende a uma grande parte da população da região. O hospital é de alta complexidade e oferece serviços de emergência, internação, UTI, cirurgia, maternidade, entre outros.

Além desses hospitais e unidades de saúde, a cidade de Garanhuns conta com algumas clínicas e consultórios particulares que oferecem serviços médicos e de saúde.

É importante ressaltar que, como em qualquer outra cidade, os hospitais em Garanhuns enfrentam desafios para atender à demanda crescente de pacientes e garantir a qualidade dos serviços prestados. No entanto, esses hospitais desempenham um papel fundamental no atendimento à população local e garantem que as pessoas tenham acesso a cuidados médicos adequados em momentos de necessidade.

Assim, foi elaborado um mapeamento dos hospitais públicos e privados da cidade de Garanhuns, observando a quantidade de leitos existentes e a área de influência em cada um deles (Figura 70).

Figura 70 Mapa das áreas de influência dos hospitais em Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

A partir do mapa podemos perceber que Garanhuns conta com quatro hospitais, sendo um público, outro filantrópico pela igreja católica e dois particulares. Contudo, esses dois hospitais particulares têm parceria com o Sistema Único de Saúde e realizam exames e atendimentos para o setor público.

Somados, todos os hospitais de Garanhuns têm a capacidade de 356 leitos, sendo o hospital público o de maior quantidade de leitos, acompanhado pelos dois hospitais particulares e por último o filantrópico. Entretanto, os hospitais estão localizados em áreas centrais de Heliópolis, conhecido pelos populares, como o polo médico da cidade, enquanto apenas o hospital filantrópico está localizado em outro bairro.

A distância para bairros mais periféricos representa uma grande complexidade para casos de riscos socioambientais, visto que a demora para o atendimento pode representar casos sérios a vida da população. Além disso, o hospital público ele é dito como regional, sendo responsável por receber casos das cidades vizinhas, aumentando a sua demanda e ocorrendo o aumento de filas de atendimento e de emergência.

Assim, a cidade de Garanhuns, como qualquer outra no país, sofre com o seu sistema de saúde sobrecarregado e tendo que apoiar no sistema privado para oferta de serviços de saúde.

➤ Companhias de seguros

As companhias de seguros desempenham um papel importante em situações de crise, pois oferecem proteção financeira e assistência em momentos de emergência. Em casos de risco socioambiental, como desastres naturais, acidentes graves ou outras situações de crise, as companhias de seguros podem ajudar a minimizar os prejuízos financeiros e pessoais.

As companhias de seguros podem fornecer cobertura financeira para danos causados por eventos imprevistos, como acidentes, incêndios ou desastres naturais. Isso pode ajudar as pessoas a repararem ou substituir seus bens danificados e minimizar os impactos financeiros da situação.

Algumas companhias de seguros oferecem assistência emergencial para situações de crise, incluindo assistência médica, serviços de resgate, transporte de emergência e outros serviços de emergência.

As companhias de seguros também podem oferecer apoio psicológico para as pessoas afetadas por situações de crise, como desastres naturais, acidentes ou outras situações traumáticas.

As companhias de seguros podem ajudar a promover a conscientização sobre os riscos socioambientais e fornecer informações sobre como se proteger e se preparar para situações de crise.

A cidade de Garanhuns possui diversas companhias de seguros que oferecem serviços e produtos para proteção financeira em situações de crise. Essas empresas podem oferecer cobertura para diferentes tipos de riscos socioambientais, incluindo desastres naturais, acidentes, saúde, vida e patrimônio.

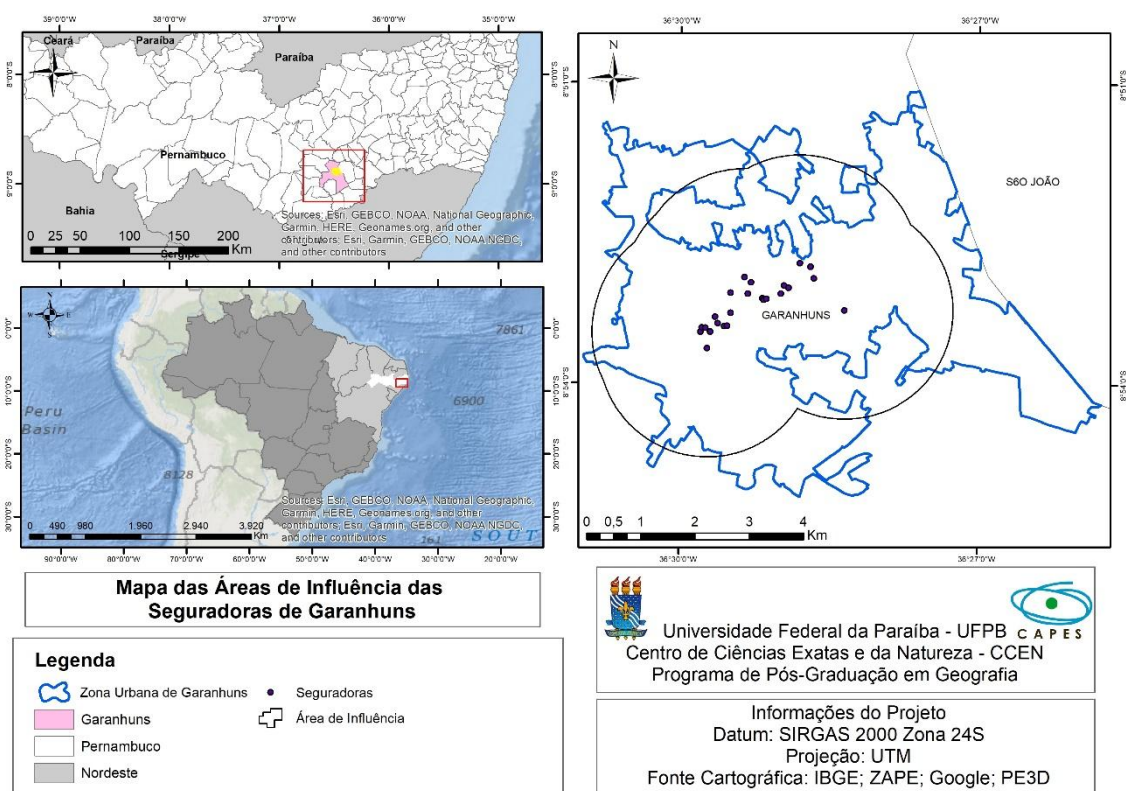
As companhias de seguros em Garanhuns podem fornecer serviços e produtos para pessoas físicas e jurídicas, incluindo seguros para veículos, seguros residenciais, seguros empresariais, seguros de vida, planos de saúde, entre outros.

Algumas das principais companhias de seguros em Garanhuns são filiais de grandes empresas nacionais, enquanto outras são empresas locais. Essas empresas podem oferecer diferentes tipos de serviços e benefícios aos seus clientes, como assistência emergencial, cobertura de despesas médicas, cobertura de danos em caso de acidentes, entre outros.

É importante destacar que as companhias de seguros em Garanhuns estão sujeitas a regulamentações e fiscalização pela Superintendência de Seguros Privados (SUSEP) e pela Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), garantindo a qualidade e segurança dos serviços e produtos oferecidos.

Assim, foi realizado um mapeamento da cidade de Garanhuns, observando sua localidade e área de influência estabelecidos em metodologia, compreendendo como uma capacidade de suporte e recuperação dos casos de risco (Figura 71).

Figura 71 Mapa da área de influência das seguradoras de Garanhuns – PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Como é possível observar através do mapeamento das empresas de seguros da cidade de Garanhuns, elas estão localizadas nas áreas centrais da cidade, principalmente nos bairros de Santo Antônio (centro) e Heliópolis, visto a quantidade de pessoas que circulam nessas localidades e consome produtos.

Mesmo ocorrendo áreas que não são cobertas pelas áreas de influência estabelecida, a maioria dos planos de seguros cobrem raios superiores aos limites municipais de Garanhuns, representando ótimas alternativas para população recuperar-se de possíveis riscos aos bens materiais e a própria vida.

➤ Farmácias

As farmácias são estabelecimentos de grande importância para a população em momentos de risco, pois fornecem medicamentos, produtos de higiene e saúde, além de informações relevantes sobre o uso desses produtos. Em situações de risco socioambiental, como desastres naturais, pandemias ou outras emergências de saúde pública, as farmácias desempenham um papel crucial no fornecimento de medicamentos e outros produtos essenciais.

As farmácias podem fornecer medicamentos para a população que precisa de tratamento, incluindo medicamentos de uso contínuo, além de medicamentos para tratar doenças agudas ou sintomas de emergência.

Os farmacêuticos podem orientar as pessoas sobre o uso correto de medicamentos e as possíveis interações medicamentosas, o que é importante para evitar riscos à saúde e garantir o sucesso do tratamento.

As farmácias podem fornecer produtos de higiene, como sabonetes e álcool em gel, e produtos de saúde, como termômetros e medidores de pressão, que podem ser úteis para manter a saúde em momentos de risco.

As farmácias também podem fornecer informações importantes sobre medidas preventivas para evitar doenças, como vacinas e outros produtos para proteção contra doenças infecciosas.

Na cidade de Garanhuns, as farmácias desempenham um papel importante no fornecimento de medicamentos e produtos de saúde para a população local. Além disso, muitas farmácias têm uma relação próxima com a comunidade, oferecendo serviços personalizados e orientações sobre o uso correto de medicamentos.

A cidade de Garanhuns conta com diversas farmácias, que desempenham um papel importante no fornecimento de medicamentos e produtos de saúde para a população local. Algumas dessas farmácias são filiais de grandes redes nacionais, enquanto outras são estabelecimentos locais.

As farmácias da cidade de Garanhuns oferecem uma ampla variedade de medicamentos, incluindo medicamentos genéricos e de marca, além de produtos de saúde e higiene, como vitaminas, cosméticos, produtos para cuidados pessoais e outros itens relacionados à saúde.

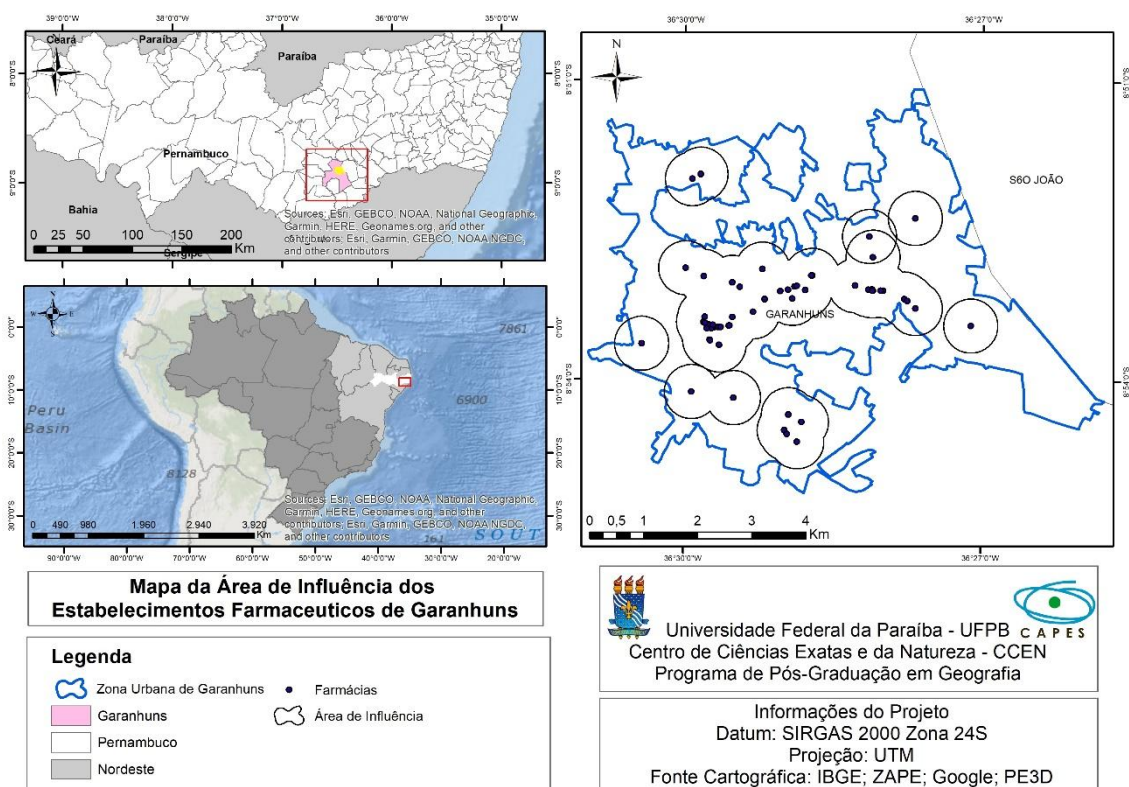
Muitas farmácias em Garanhuns oferecem serviços adicionais, como atendimento personalizado, verificação de pressão arterial, teste de glicemia, aplicação de injeções e outros serviços de saúde. Algumas farmácias também oferecem entrega de medicamentos e outros produtos de saúde diretamente na casa do cliente.

É importante destacar que as farmácias em Garanhuns estão sujeitas a regulamentações e fiscalização pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pela Vigilância Sanitária Municipal, garantindo a qualidade e segurança

dos medicamentos e produtos de saúde comercializados. Além disso, as farmácias da cidade de Garanhuns são um importante recurso para a população local em momentos de risco, fornecendo informações e produtos essenciais para manter a saúde em situações adversas.

Assim, foi feito um mapeamento das farmácias na cidade de Garanhuns, observando sua localização e área de influência, visto que elas são necessárias como suporte em casos de risco socioambiental (Figura 72).

Figura 72 Mapa da área de influência dos estabelecimentos farmacêuticos de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

A partir do mapeamento dos estabelecimentos farmacêuticos, foi observado a existência de 56 farmácias atuando na cidade de Garanhuns, espalhadas por todos os bairros de Garanhuns. Entretanto, existem bairros com poucos estabelecimentos, mas outros com muitos, exemplo são os bairros Severiano Morais Filho e Santo Antônio (Centro), respectivamente.

Mesmo com essa grande quantidade de farmácias, existem diversas áreas que tem dificuldade de acesso a esses estabelecimentos, representando vulnerabilidades para controle de riscos e capacidade de suporte para algum grande problema, exemplo disso

foi a busca de medicamentos durante a pandemia da Covid-19 na atenuação dos sintomas gerados.

Assim, podemos compreender que mesmo com uma grande quantidade de farmácias, a cidade de Garanhuns carece de uma melhor distribuição de estabelecimentos em alguns bairros da cidade.

➤ Rede de serviços básicos

As unidades de saúde básicas são fundamentais em situações de crise, pois são as principais responsáveis pela promoção da saúde, prevenção de doenças e atendimento primário às pessoas em uma determinada região. Em casos de risco socioambiental, como desastres naturais, epidemias, acidentes graves ou outras situações de crise, as unidades de saúde básicas têm um papel importante na assistência e proteção da população.

As unidades de saúde básicas são as primeiras a identificar surtos ou epidemias de doenças em uma região, o que é fundamental para a tomada de medidas preventivas e de controle.

Em situações de crise, as unidades de saúde básicas são responsáveis pelo atendimento primário e triagem dos casos de emergência, encaminhando os casos mais graves para hospitais e serviços de saúde especializados.

As unidades de saúde básicas são responsáveis pelo monitoramento da saúde da população em uma determinada região, identificando grupos vulneráveis e necessidades específicas de atendimento.

As unidades de saúde básicas promovem ações preventivas, como campanhas de vacinação, orientações sobre higiene e cuidados de saúde, o que pode ajudar a evitar a propagação de doenças e minimizar os impactos de uma situação de crise.

A cidade de Garanhuns conta com diversas unidades de saúde básica que oferecem atendimento médico e de enfermagem para a população local. Essas unidades são responsáveis pelo atendimento primário e prevenção de doenças, além de atuar como porta de entrada para serviços de saúde especializados.

As unidades de saúde básica em Garanhuns são gerenciadas pela Secretaria Municipal de Saúde e estão distribuídas em diferentes bairros e comunidades da cidade. Essas unidades oferecem serviços de consultas médicas, atendimento odontológico,

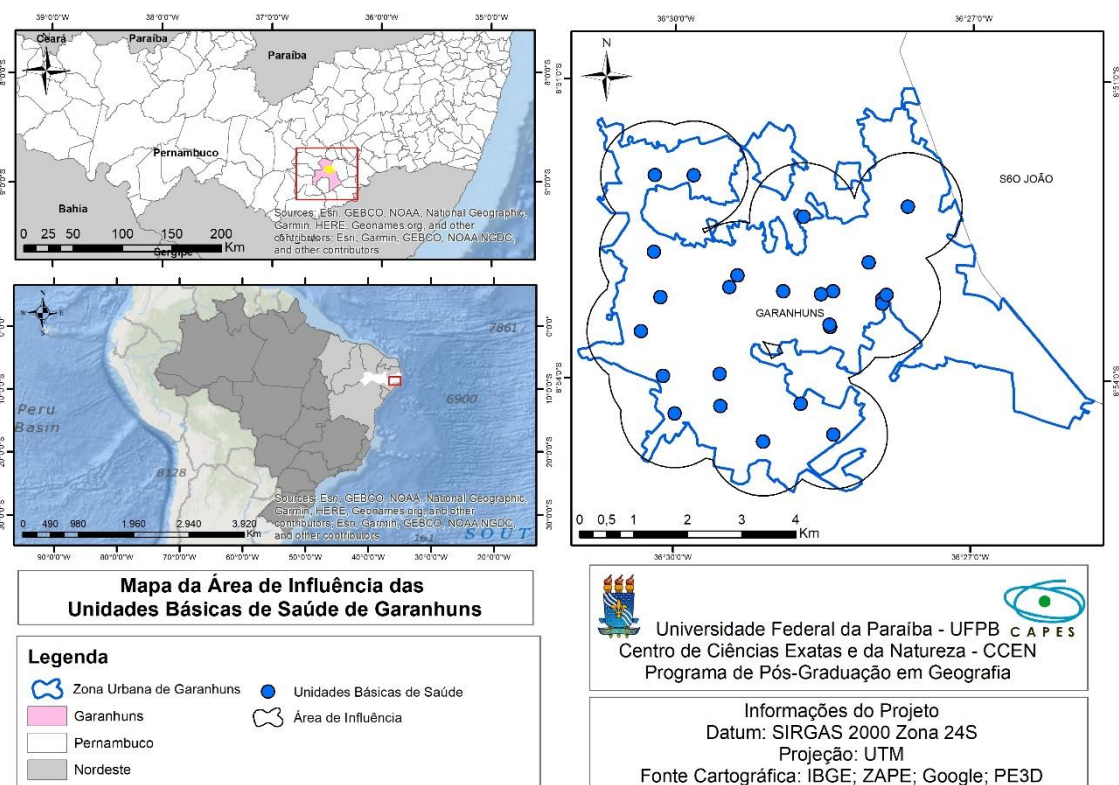
enfermagem, vacinação, curativos, testes rápidos e outros procedimentos básicos de saúde.

Além disso, as unidades de saúde básica de Garanhuns desenvolvem atividades educativas e preventivas, como campanhas de vacinação, palestras sobre saúde, orientação nutricional, entre outras iniciativas que visam promover a saúde e prevenir doenças na comunidade.

As unidades de saúde básica em Garanhuns também contam com equipes de saúde da família, compostas por médicos, enfermeiros e agentes comunitários de saúde, que trabalham de forma integrada para oferecer atendimento personalizado e acompanhamento da saúde de cada indivíduo em sua região.

A partir dessas informações, foi elaborado um mapeamento das unidades da rede de serviço básico de saúde da cidade de Garanhuns, observando sua localização e área de influência (Figura 73).

Figura 73 Mapa da área de influência das unidades básicas de saúde de Garanhuns - PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Diante do mapeamento das unidades básicas de saúde, existem vinte e cinco pontos de atendimentos, contudo, é possível perceber que nem todas as áreas da cidade

de Garanhuns são abrangidas, representando um grande problema para pessoas que não tem condições físicas ou financeiras para se locomover ao posto de saúde.

O bairro Severiano de Moraes Filho é o bairro que menos tem acesso a postos de saúde, talvez pelo seu crescimento ser recente e ainda não foi planejado a criação de alguma unidade na localidade. Contudo, existe uma política que ultrapasse as medidas estipuladas pelas autoras Colussi e Pereira (2016), principalmente devido a baixa quantidade de investimento. Destarte que o ideal é seguir a métrica de um raio de 1 quilometro da unidade básica de saúde.

Além disso, é comum encontrar matérias de blogs da cidade de Garanhuns a falta de medicamentos e consultadas nessas unidades de básicas de saúde, representando mais uma problemática sobre elas.

Por fim, o mapeamento e estabelecimento das unidades básicas de saúde representam uma ferramenta muito importante para casos de suporte a população em casos de risco socioambiental, principalmente, se localizado próximos a residências das pessoas.

➤ Proximidade das Paradas de Transporte Público

O transporte público é fundamental em casos de crise socioambiental, pois é responsável por garantir o deslocamento seguro e rápido da população em emergências. Quando ocorrem desastres naturais, como enchentes, deslizamentos de terra ou incêndios, por exemplo, as vias de acesso podem ficar interditadas, tornando difícil o deslocamento das pessoas. Nesses casos, os serviços de transporte público podem ser essenciais para a evacuação da população das áreas afetadas.

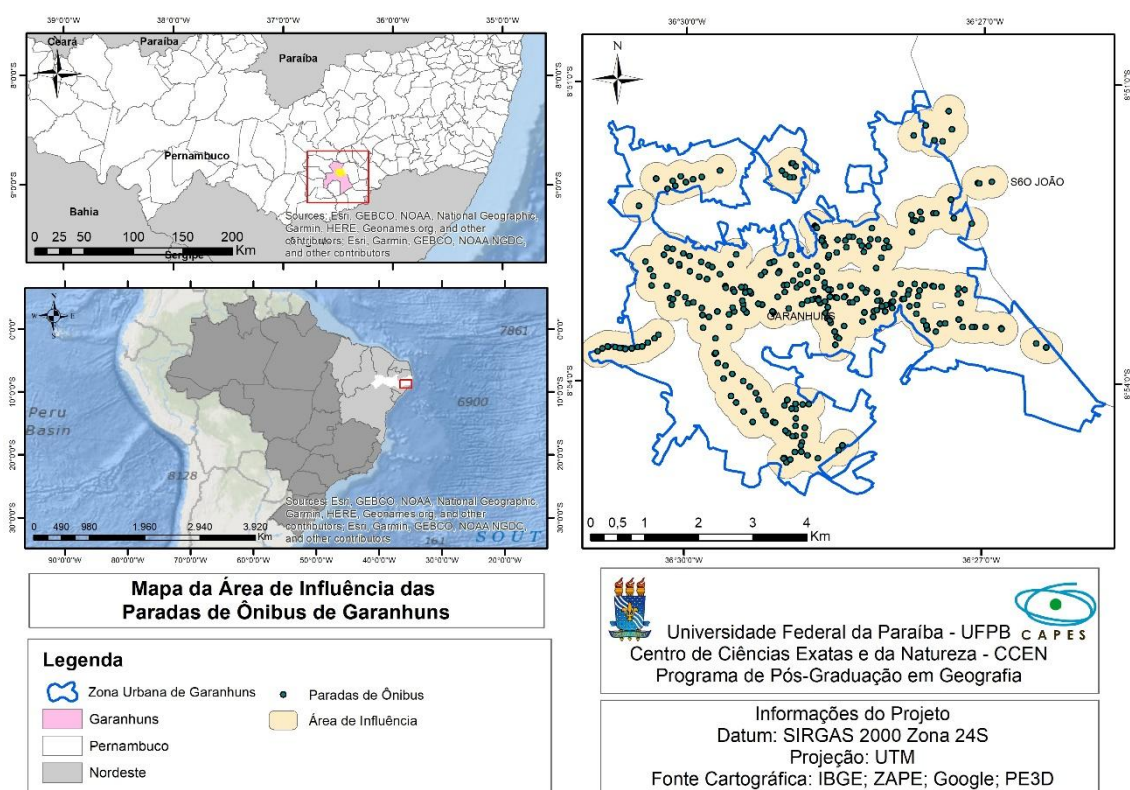
Além disso, o transporte público também é importante para garantir o acesso da população aos serviços básicos de saúde, educação, trabalho e lazer em momentos de crise. As empresas de transporte público podem colaborar com a evacuação de áreas de risco, transportando os moradores para abrigos temporários ou outras áreas seguras.

Em casos de epidemias, o transporte público também pode ser utilizado para transportar equipes de saúde e suprimentos médicos para os locais onde há maior incidência de casos da doença. Além disso, o transporte público pode ser utilizado para informar a população sobre as medidas preventivas e ações de combate à doença.

Na cidade de Garanhuns, o transporte público é realizado por meio de ônibus urbanos, que atendem diversas regiões da cidade. Esses ônibus são gerenciados pela Autarquia Municipal de Segurança, Trânsito e Transporte (AMSTT), que tem como objetivo garantir a segurança e a mobilidade da população. Durante situações de crise socioambiental, a AMSTT pode atuar em conjunto com outros órgãos públicos para garantir a efetividade do transporte público e a segurança da população.

Nesse sentido, foi feito um mapeamento das paradas de ônibus existentes na cidade de Garanhuns, a fim de obter sua área de influência e compreendendo se elas atendem as necessidades da população (Figura 74).

Figura 74 Mapa da área de influência das paradas de ônibus da cidade de Garanhuns -PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

A cidade de Garanhuns conta com 290 paradas de pontos de ônibus, contando com cerca de 17 linhas circulando grandes áreas do meio urbano. Importante destacar que existe apenas uma empresa de transporte pública atuando na cidade.

Contudo, através do mapa apresentado, podemos perceber que existem diversas áreas que não são recobertas pelas paradas de ônibus, principalmente, localidades próximas as margens da cidade, representando uma maior dificuldade das pessoas se deslocarem em casos de riscos nessas áreas. Já em áreas mais centrais e que se destacam

pela quantidade de centros comerciais, hospitais, farmácias entre outros, existe uma maior quantidade de paradas e área de influência.

Colocando esse contexto em números, a cidade de Garanhuns tem cerca de 30,5 km², sendo 20,6km² recobertos pelas áreas de influência das paradas de ônibus, sendo um déficit de 32,4% de localidade de Garanhuns.

Outra questão que podemos observar é que o processo de conurbação da cidade de Garanhuns sobre o município de São João, na direção leste, faz com que já exista paradas e área de influência que ultrapassem os limites territoriais do município de Garanhuns.

De maneira geral, as paradas de ônibus de Garanhuns são estrutura de metal com cobertura para proteção da luz do sol ou chuva, servindo também como propaganda para diversas empresas (Figura 75).

Figura 75 Parada de Ônibus da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, podemos perceber que existe um grande déficit de área de influência dessas paradas de ônibus na cidade de Garanhuns, contribuindo para dificultar a

locomoção de diversas pessoas que moram na periferia e diminuindo a capacidade de suporte a casos de risco socioambiental.

5.2.1 Análise da Vulnerabilidade Ambiental da cidade de Garanhuns

Nos tempos atuais, é crucial entender e avaliar as vulnerabilidades ambientais de diferentes regiões para desenvolver estratégias eficazes de mitigação e adaptação. À medida que a urbanização avança e as populações urbanas crescem, os desafios relacionados à degradação ambiental e aos impactos das mudanças climáticas se tornam cada vez mais evidentes. A vulnerabilidade ambiental nessas áreas urbanas é um reflexo das complexas interações entre atividades humanas, infraestrutura e os sistemas naturais circundantes.

A vulnerabilidade ambiental refere-se à capacidade de um sistema ambiental resistir, responder e se recuperar dos impactos decorrentes de perturbações, seja por fatores antropogênicos ou fenômenos naturais. Em um cenário global em que as mudanças climáticas e a intervenção humana modificam continuamente os padrões ecológicos, compreender essa vulnerabilidade torna-se central para a sustentabilidade do nosso planeta.

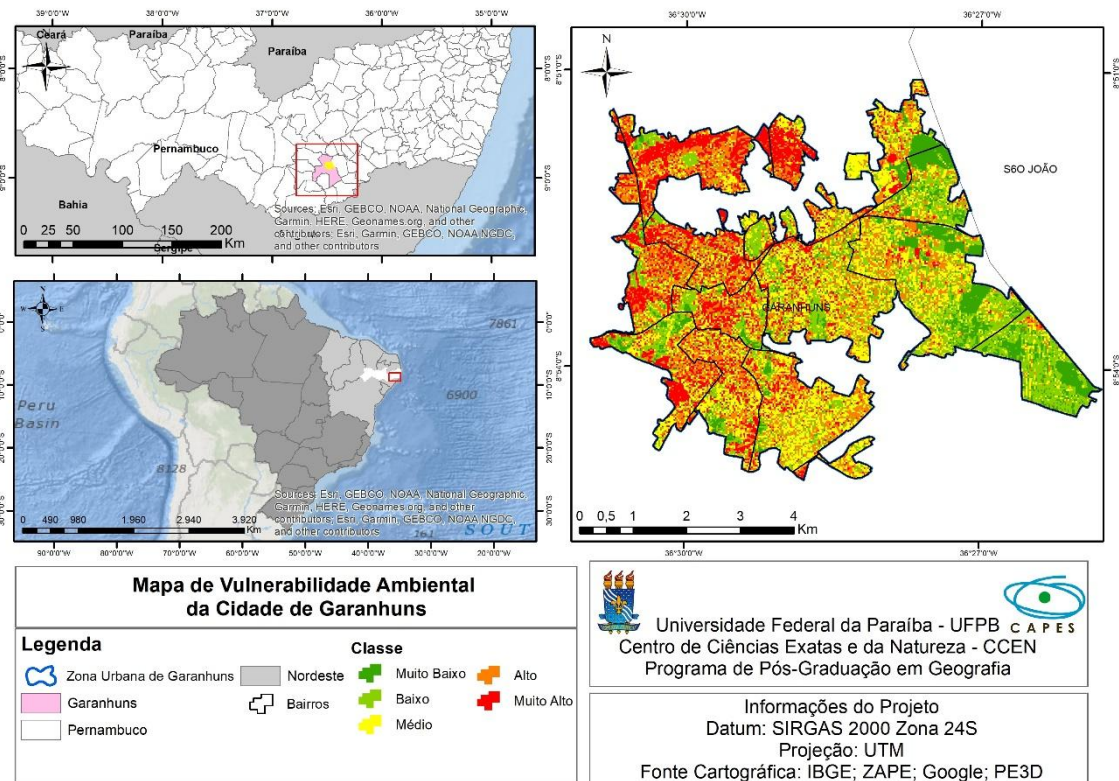
Para enfrentar esses desafios, é essencial adotar abordagens integradas e sustentáveis para o planejamento urbano. Isso inclui a promoção do desenvolvimento urbano planejado e ordenado, o incentivo ao uso eficiente de recursos, a implementação de medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, e a melhoria da gestão de resíduos e da qualidade do ar e da água.

Nesta seção, serão apresentados os principais resultados obtidos no estudo da vulnerabilidade ambiental na zona urbana de Garanhuns. Esses achados enfocarão os principais pontos de preocupação, as áreas urbanas mais vulneráveis, os fatores que contribuem para essa vulnerabilidade e os potenciais soluções para minimizá-la. O objetivo é proporcionar uma visão clara e abrangente das ameaças e oportunidades que o ambiente urbano enfrenta, servindo como ponto de partida para futuras intervenções e investigações acadêmicas.

Assim, com a utilização das ferramentas, realização das técnicas e métodos previstas na metodologia do trabalho, foi possível construir um modelo cartográfico para elaborar uma análise sobre a vulnerabilidade ambiental em Garanhuns, a partir da proposição dos 9 indicadores.

Nesse sentido, foi construído um mapa sobre a vulnerabilidade ambiental em Garanhuns, relacionando através da técnica de álgebra de mapas, utilizando o método AHP e a pré-avaliação de especialistas, resultando no seguinte mapeamento sobre o meio urbano (Figura 76)

Figura 76 Vulnerabilidade Ambiental da Cidade de Garanhuns – PE



Fonte: IBGE; ZAPE; Google; PE3D. Elaborado pelo autor.

Com a elaboração do mapeamento da vulnerabilidade ambiental na cidade de Garanhuns, conseguimos observar que as áreas com mais risco, classificadas com a classe “Alto” e “Muito Alto”, são áreas com declividades maiores e baixo nível de cobertura vegetal, principalmente em localidades onde áreas verdes foram substituídas por solos impermeáveis ou exposto.

Nesse sentido, existe uma indicação que essas áreas compõem principalmente as regiões mais a oeste e norte do município, sendo áreas mais urbanizadas e antiga da cidade, conhecidas pela falta de planejamento ao longo do tempo, pois, foram crescendo sem um devido acompanhamento por parte das autoridades públicas.

Outro ponto a ser destacado, são as áreas mais ao norte da cidade de Garanhuns, no bairro Dom Helder Câmara, conhecido popularmente como Cohab 3, pois é uma área recente criada a partir da especulação imobiliária criada pelos créditos da Caixa

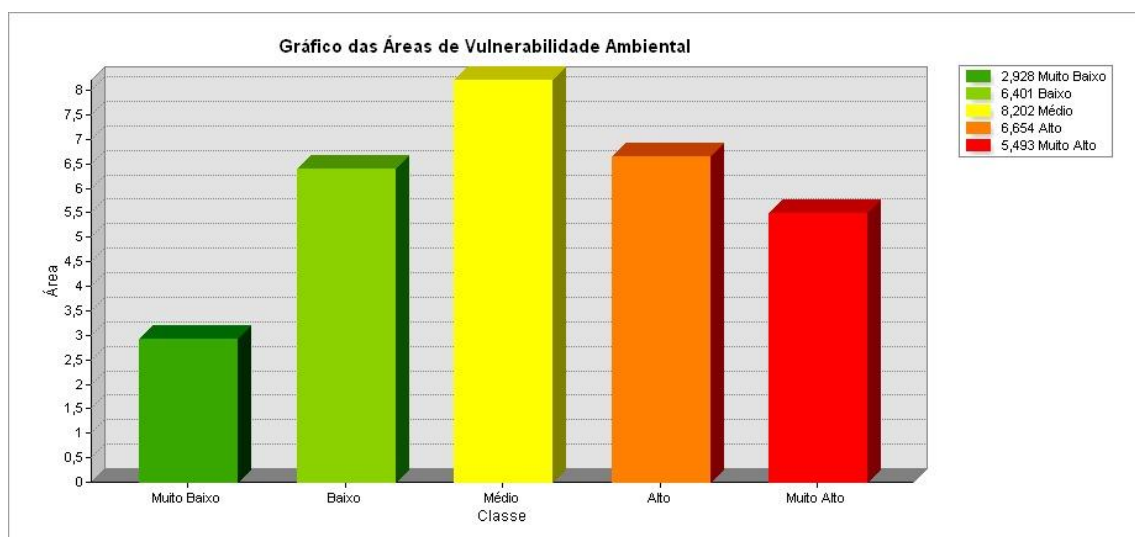
Econômica Federal para construção de casas populares. Assim, é uma localidade com ruas planejadas e relevo mais ondulado, contudo, por ainda está em processo de formação, apresenta muito solo exposto e falta de cobertura vegetal na localidade.

Já as áreas mais a leste da cidade de Garanhuns, apresentam características de vulnerabilidade mais “Muito Baixo” e “Baixo”, principalmente por ser áreas residenciais com um maior nível econômico, declividades mais suave-onduladas e uma maior quantidade de cobertura vegetal.

Nesse sentido, bairros como Heliópolis, Novo Heliópolis e o Severiano Moraes Filho, destacam-se pela menor vulnerabilidade ambiental na cidade de Garanhuns. Destaca-se que o último bairro mencionado, ainda está em crescimento, ocorrendo diversos casos de terrenos baldios, aumentando a quantidade de cobertura vegetal quando utilizado o modelo para análise da cobertura vegetal.

Para uma maior compreensão da vulnerabilidade ambiental na zona urbana de Garanhuns, foi elaborado um gráfico relacionando a quantidade das áreas em Quilometro quadrado (km²) de cada classe de vulnerabilidade estabelecidos, com o intuito de facilitar a compreensão do quantitativo e proporção dos riscos que o objeto de estudo enfrenta (Figura 77).

Figura 77 Áreas de Vulnerabilidade Ambiental da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

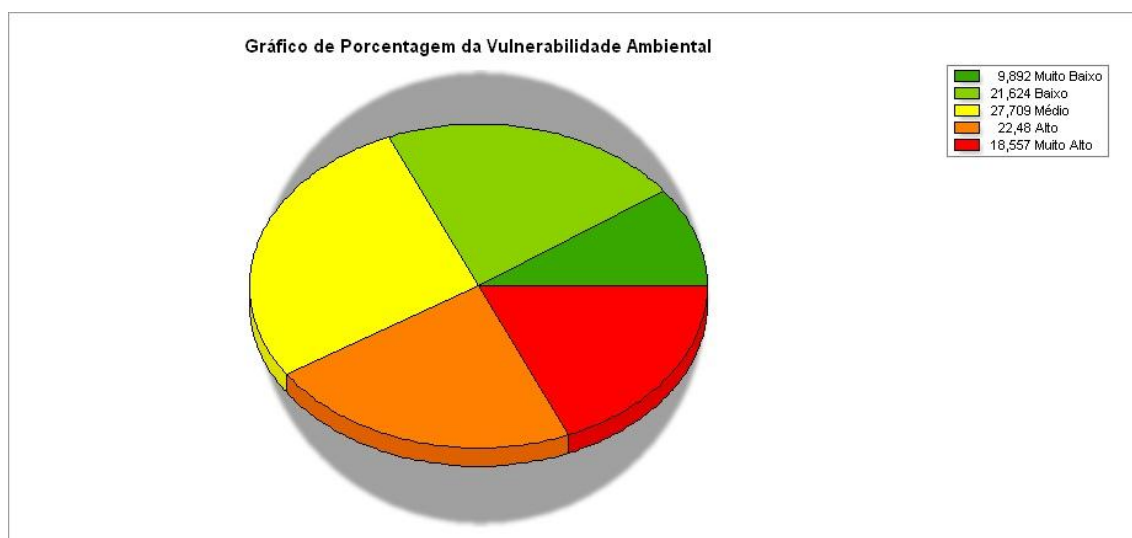
A partir da elaboração do gráfico do quantitativo das áreas, podemos perceber que a cidade de Garanhuns tem uma vulnerabilidade ambiental Média de 8,20 km², representando a maior classe existente, acompanhada de Alto, Baixo e Muito Alto com

6,65; 6,40 e 5,49 km², respectivamente. Por menos quantidade, podemos observar que as áreas de muito baixo são 2,92 km².

Esses dados são bastante preocupantes, uma vez que os números com vulnerabilidade Alto e Muito Alto, são bastante expressivos e maiores do que as áreas de Baixo e Muito Baixo. Assim, podemos interpretar esses resultados com bastante apreensão, pois a cidade de Garanhuns tem uma vulnerabilidade fundamentalmente alta em aspectos gerais, pois, mesmo a maior classe sendo a Média, representa um maior cuidado por parte dos gestores, isto é, áreas com vulnerabilidade ambiental Média, não são necessariamente, localidades que não se deve zelar, mas sim, regiões com capacidade no futuro de serem mais vulnerabilidades e mudarem os seus status de classe.

Com o intuito de melhor compreensão dos dados de vulnerabilidade ambiental, foi construído um gráfico (Figura 78) relacionando a porcentagem de cada classe na cidade de Garanhuns, podendo fazer jus a preocupação levantada nos últimos parágrafos aqui escritos.

Figura 78 Porcentagem das Áreas de Vulnerabilidade Ambiental da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar que cerca de 40% da cidade de Garanhuns está com a vulnerabilidade ambiental Alto e Muito Alto, representando riscos a qualidade e a vida da população. Por outro lado, 30% das áreas da zona urbana estão com a vulnerabilidade me Muito Baixo e Baixo, compondo parcelas da cidade que estão concentradas áreas mais ricas ou em formação. Por fim, podemos observar que 27% de Garanhuns são áreas de vulnerabilidade ambiental média, sendo regiões que necessitam

de uma preocupação por parte dos gestores públicos, pois, o aumento das áreas de maior vulnerabilidade será um grande risco a manutenção da cidade.

Com os dados e informações obtidas, é necessário construir melhores planos e gestões públicas que atendam a todas as parcelas da população da cidade de Garanhuns, preocupando-se, principalmente, com as áreas de maiores declividades e a falta de cobertura vegetal nas mesmas, pois são localidades com o potencial de risco maior, aumentando a erosão e a formação de voçorocas, fenômenos comuns na zona urbana de Garanhuns.

5.2.2 Criticidade

A análise proposta visa avaliar tanto a tendência individual quanto a coletiva de se expor a situações de risco, bem como a habilidade de enfrentar eventos perigosos. Esta avaliação é fundamentada nas características pessoais e coletivas, bem como nos aspectos estruturais das regiões. Assim, a mensuração da vulnerabilidade social é estabelecida por um método bifásico, delineando indicadores de criticidade e resistência do ambiente territorial.

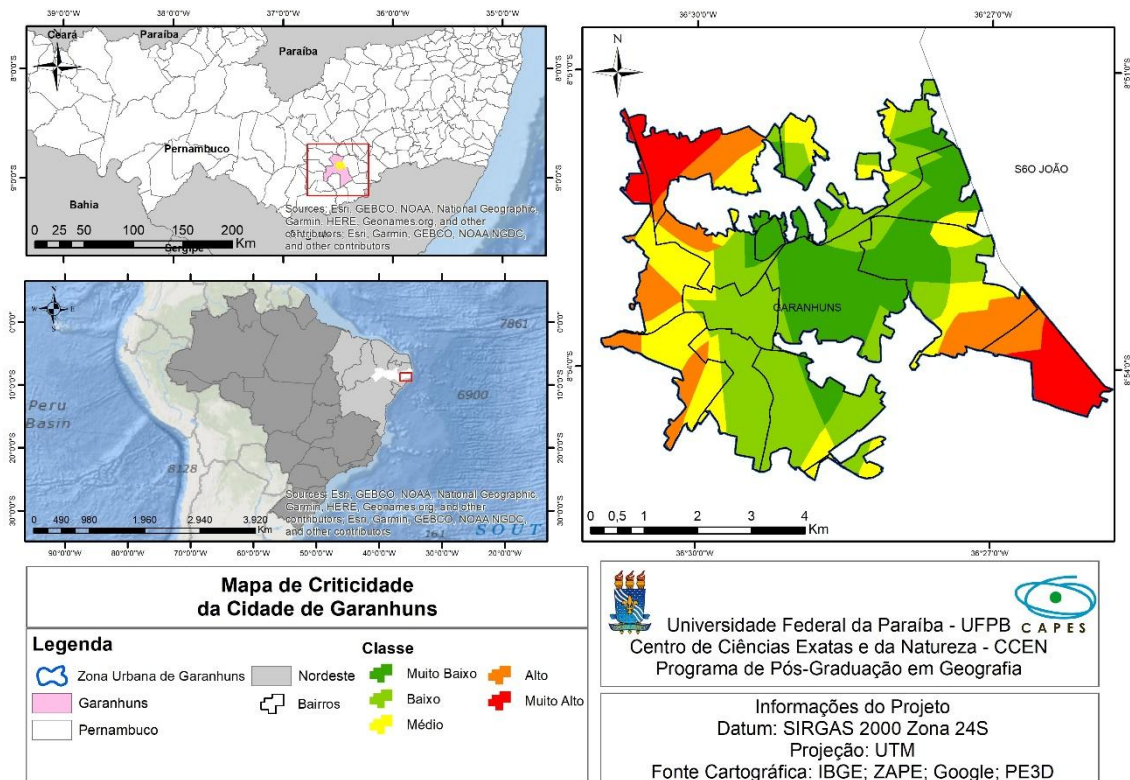
Dentro desse escopo, a "criticidade" é compreendida como as particularidades e atitudes das pessoas que podem levar a um colapso do sistema e dos meios comunitários que possibilitam a reação a situações adversas. Por outro lado, o ambiente territorial dispõe de recursos para encarar crises emergentes. Assim, além da criticidade, é essencial levar em conta o que chamamos de "resistência territorial", representando as estruturas locais que possibilitam à população agir diante de calamidades.

Neste momento, serão apresentadas as informações obtidas através da análise da criticidade como forma de compreensão de como a população consegue agir sobre o seu território e cidade. Pela falta de informação econômica disponível sobre a cidade de Garanhuns, a análise foi baseada em dados educacionais e culturais, observando notas e proximidade das localidades do objeto de estudo.

Com a utilização dos sistemas educacionais para disponibilização dos dados e informações sobre as escolas e alunos, juntamente com a realização dos procedimentos metodológicos, foi possível realizar um modelo espacial da criticidade na cidade de Garanhuns, podendo ser observado áreas e compará-las, servindo para futuros planejamentos sociais.

Nesse sentido, foi confeccionado o seguinte mapa (Figura 79) e lembrando que as classes de “Muito Alto” e “Alto”, referem-se a uma menor criticidade da população, sendo um risco muito alto e alto para aquelas localidades, sendo o oposto verdadeiro, no qual áreas de “Muito Baixo” e “Baixo” acenam para áreas onde a população tem mais acesso à educação com níveis de escolas melhores, como também maior proximidade a centros culturais.

Figura 79 Mapa da Criticidade da Cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

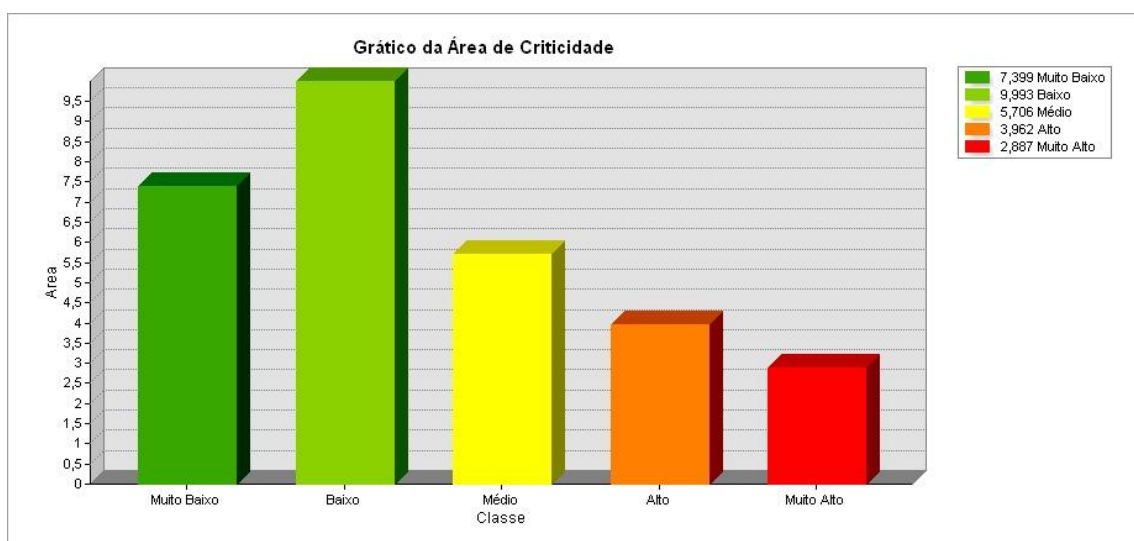
Através da observação espacial da distribuição das classes de criticidade da cidade de Garanhuns, é possível perceber que as áreas centrais são as que tem mais acesso a escolas, universidades e espaços culturais, com menor risco em relação a criticidade, destacando-se por classes “Muito Baixo” e “Baixo” de maneira bem contundente. Contudo, as localidades mais periféricas da cidade enfrentam o maior distanciamento dos serviços públicos educacionais e culturais, tendo menos acesso a tais estabelecimentos, sendo classificadas com um risco de criticidade “Muito Alto” e “Alto”, enquanto áreas da classe “Médio”, ocorrem em áreas de transição entre o centro com acessos e as periferias sem acessos a educação e cultura.

Dados nesse sentido, o centro privilegiado e com acesso aos serviços públicos com as periferias isoladas e com menos oportunidade para tais aparelhos, demonstram

um cenário que se tornou comum na maioria das cidades brasileiras, principalmente pela população de baixa renda que se encontra nas margens do território urbano, sendo negado o acesso aos serviços públicos, fazendo com que ela tenha que se deslocar mais distancias para receber qualquer direito urbano.

Para melhorar a visualização de tais informações, foi elaborado um gráfico que quantifica as áreas de cada classe de risco a criticidade, auxiliando na compreensão e dimensão da criticidade na cidade de Garanhuns (Figura 80).

Figura 80 Gráfico das Áreas de Criticidade da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

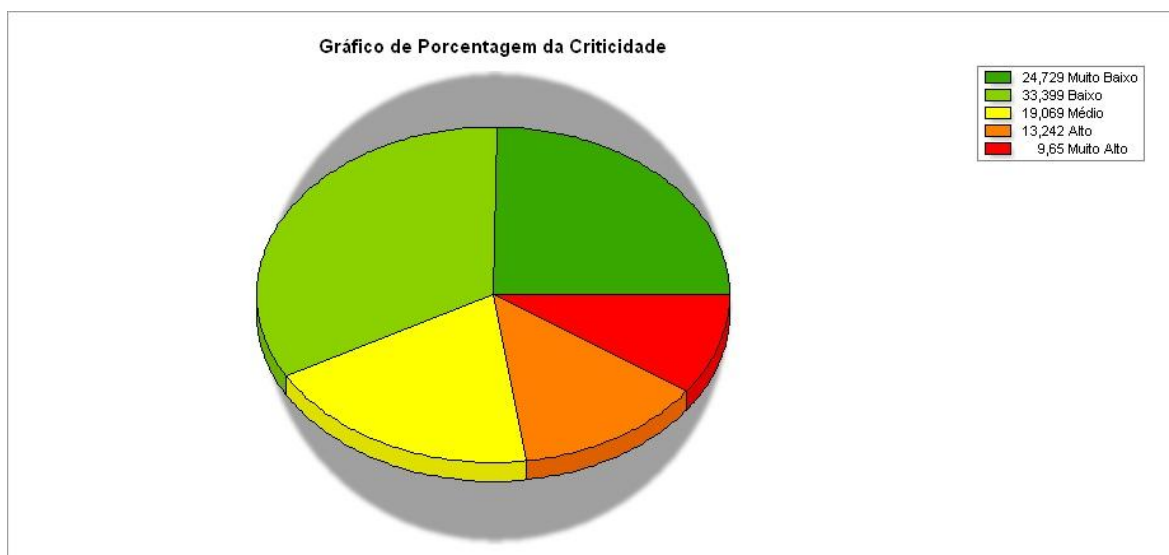
Mesmo com a problemática em relação as áreas centrais terem mais acesso em relação a periferia de Garanhuns, é possível observar que o objeto de estudo tem altos níveis de criticidade, isto é, mais da metade das áreas representam uma boa capacidade de crítica e reflexão sobre sua própria realidade na cidade, destacando-se por cerca de 17 km² de áreas somadas entre Muito Baixo e Baixo, sendo menos da metade somada de áreas de Alto e Muito Alto, com aproximadamente 6 km². Intermediariamente, a classe média está com 5,70km² em relação a criticidade.

São números bons em relação a região, pois, Garanhuns se destaca como polo educacional e cultural para o Estado de Pernambuco. Na educação, é comum as escolas públicas e particulares receberem alunos de outras cidades, devido a sua estrutura e avaliações educacionais melhores em relação a outras localidades. Já do ponto de vista cultural, a cidade de Garanhuns também se destaca pela quantidade de bibliotecas e museus públicos, mesmo não sendo muitos, mas é maior que outras cidades da região.

Além disso, é necessário comentar sobre os festivais multiculturais que a cidade oferece, sendo o Festival de Inverno de Garanhuns – FIG, o maior da América Latina.

Para compreender melhor a relação entre áreas e a população na criticidade, também foi elaborado um gráfico das classes de criticidade através da porcentagem das áreas em relação ao território de Garanhuns (Figura 81)

Figura 81 Gráfico da Porcentagem das Áreas de Vulnerabilidade Ambiental da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através do gráfico de porcentagem da criticidade de Garanhuns, fica mais evidente que a maioria das áreas tem um bom nível de risco de criticidade, representando cerca de 24% para Muito Baixo e 33% para Baixo, sendo que somados seria em torno de 57% com ótimos níveis de reflexão crítica, isto é, mais da metade da população.

Contudo, mesmo com números bons em relação a criticidade, é necessário se preocupar em relação ao acesso das periferias de Garanhuns a educação de qualidade e a cultura, pois, cerca de 22% da população apresenta classes Muito Baixo e Baixo, sendo um risco para aquelas áreas em relação a mudanças dessas realidades.

Em outras palavras, talvez esses números reflitam por exemplo, nos baixos dados de irregularidades no descarte dos resíduos sólidos e na grande quantidade de fossas sépticas que a cidade dispõe, pois são ações de prevenção e ação sobre a dificuldade dos gestores de cumprirem ações para o saneamento urbano.

Com os dados e informações obtidas, é necessário construir melhores planos e gestões públicas que atendam a todas as parcelas da população da cidade de Garanhuns,

preocupando-se, principalmente, com as áreas periféricas em relação as centrais, pois, está lá maior necessidade de acesso à educação e cultura.

5.2.3 Capacidade de Suporte

A resistência do ambiente territorial é o outro elemento para compreensão da vulnerabilidade social no meio urbano de Garanhuns, levando em consideração a capacidade de suporte que a zona urbana dispõe para casos de risco aos equipamentos urbanos, como também para a vida das pessoas.

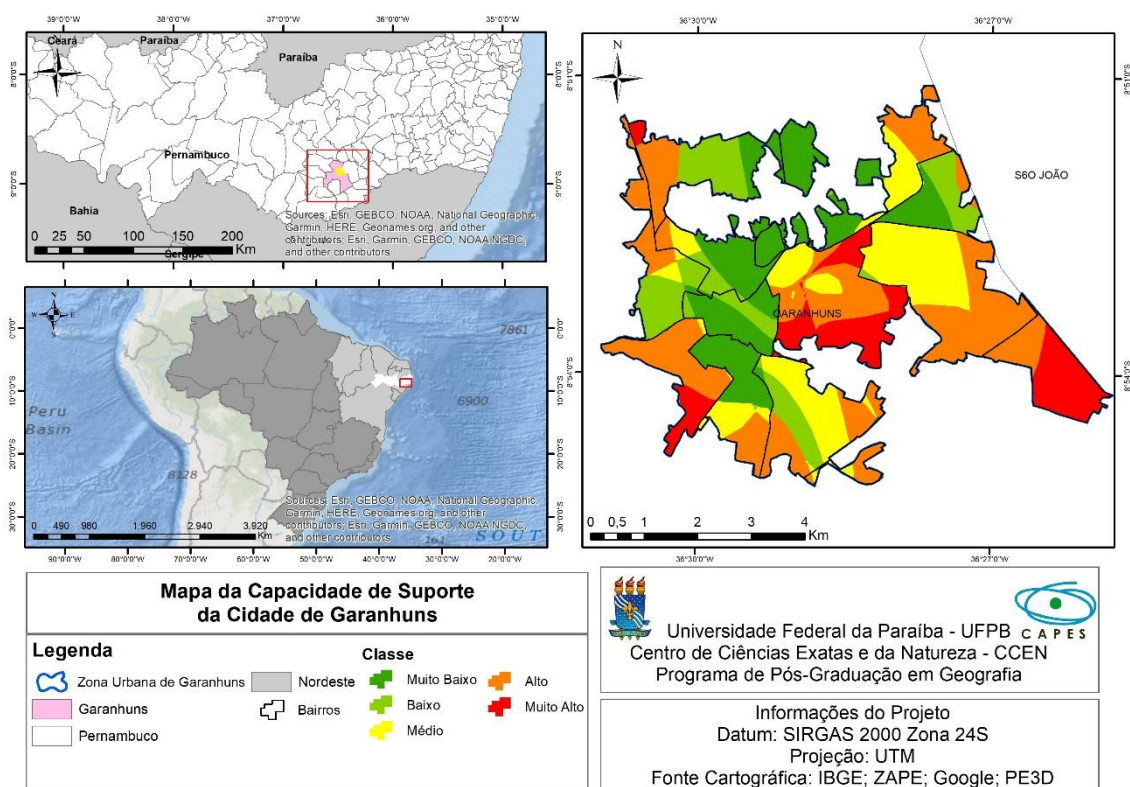
É uma dimensão crucial que contrapõe o conceito de criticidade, que engloba as características e comportamentos dos indivíduos e comunidades que podem ampliar sua vulnerabilidade a tais eventos. Ao se avaliar conjuntamente a criticidade e a capacidade de suporte, é possível determinar o nível de vulnerabilidade ou resiliência de uma região ou comunidade. Em análises multivariadas, esses componentes ajudam a entender e quantificar os múltiplos fatores que influenciam a preparação e resposta de uma área a desastres e emergências.

Assim, será apresentado nesse tópico os dados e informações sobre a capacidade de suporte da cidade de Garanhuns, baseado no trabalho de campo, dados em instituições financeiras, levantamentos e procedimentos utilizando as técnicas de geoprocessamentos para compreender quais as áreas com melhor e pior capacidade de enfrentamento aos casos de risco.

Nesse sentido, foram utilizados 10 indicadores que tendem a investigar a capacidade de suporte, relacionando principalmente em focos de casos necessários para os pós risco socioambiental. Assim, foi elaborado um mapa temático da capacidade de suporte de Garanhuns, compreendendo a interrelação desses fatores a partir dos critérios estabelecidos pelos especialistas.

Nesse sentido, foi confeccionado um mapa da capacidade de suporte (Figura 82) e lembrando que as classes de “Muito Alto” e “Alto”, referem-se a uma menor capacidade de suporte da população, sendo um risco muito alto e alto para aquelas localidades, sendo o oposto verdadeiro, no qual áreas de “Muito Baixo” e “Baixo” acenam para áreas onde a cidade tem maior possibilidades de suporte para casos de risco socioambiental em Garanhuns.

Figura 82 Capacidade de Suporte da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do mapeamento da capacidade de suporte para cidade de Garanhuns, é possível observar que as áreas estão separadas dentro dos próprios bairros, de maneira bem difusa. Contudo, é possível perceber que as áreas mais preparadas para resistir ao risco socioambiental são aquelas próximas do bairro de Santo Antônio, também conhecido como o centro da cidade. Outro ponto a observar é que as áreas próximas as estradas de BRs, estão como áreas de “Muito Baixo” e “Baixo” risco socioambiental, devido a sua capacidade de fluidez para chegada de ajuda ou evacuação.

Importante mencionar que o bairro de Heliópolis, o bairro que concentra mais atenções no planejamento público municipal, devido as constantes ações de recapeamento, saneamento entre outras atividades, representa a região com os piores níveis de capacidade de suporte aos riscos socioambientais na cidade de Garanhuns. Esse fato refere-se a grande quantidade de irregularidades de resíduos sólidos recolhidos, pois, o referido bairro teve mais casos dessa problemática e foi o indicador que mais teve nota segundo os especialistas.

Assim, observamos que quanto mais distante do centro da cidade de Garanhuns, piores são as ferramentas para a capacidade de suporte, sendo a mesma lógica da criticidade, onde quanto mais distante do centro, maiores são os problemas. Já mais

próximo ao centro de Garanhuns, melhores são as capacidades de suporte e enfrentamento dos riscos socioambientais.

Para melhor interpretação dos dados, foi elaborado um gráfico das áreas de cada classe da capacidade de suporte da zona urbana de Garanhuns, com o intuito de auxiliar na interpretação das áreas (Figura 83).

Figura 83 Gráfico das Áreas de Criticidade da cidade de Garanhuns – PE



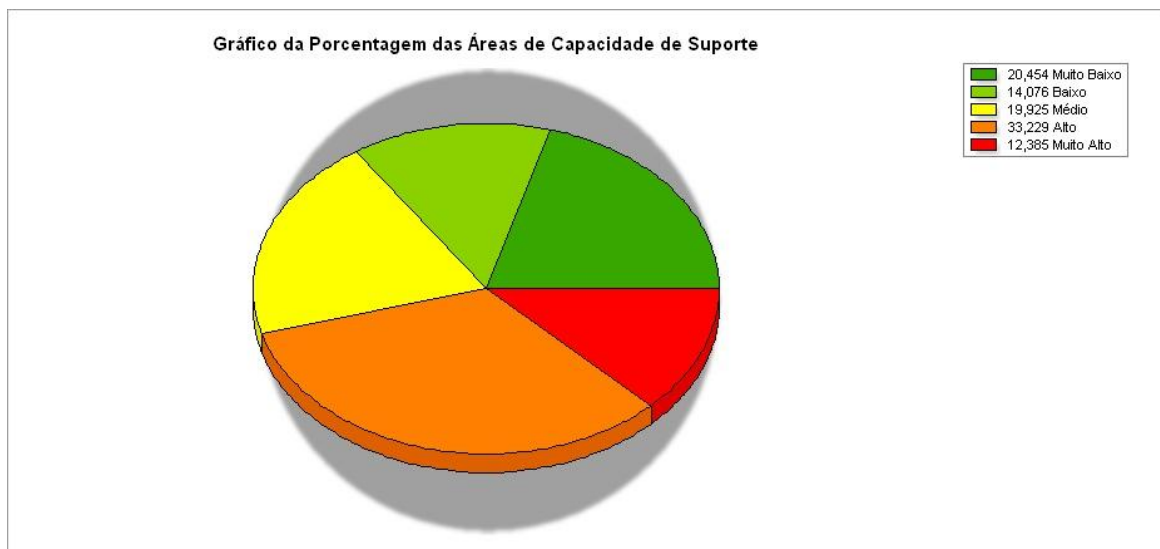
Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, podemos perceber que a cidade de Garanhuns possui um déficit em relação a capacidade de suporte, pois, cerca de 9,83 km² da cidade está classificada como “Alto”, demonstrando uma insuficiência do enfrentamento dos equipamentos públicos para casos de risco socioambientais.

Contudo, existe um equilíbrio entre as outras classes, sendo a menor de “Muito Alto” com aproximadamente 3,66 Km², significando uma extrema necessidade o desenvolvimento de ações para essas áreas. Já a “Muito Baixo”, “Baixo” e “Médio”, estão em 6 km², 4,1 km² e 5,8Km² respectivamente, sendo a soma das duas primeiras são menores que a Muito Alto e Alto, demonstrando que a cidade deve urgentemente refletir e agir sobre novos planos para enfrentar possíveis riscos ambientais.

Diante dessa realidade, foi elaborado um gráfico de porcentagem sobre os dados de cada classe da capacidade de suporte de Garanhuns (Figura 84), com o intuito de demonstrar e interpretar melhor os dados obtidos.

Figura 84 Gráfico da porcentagem da Capacidade de Suporte da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da elaboração do gráfico de porcentagem das áreas de capacidade de suporte de Garanhuns, podemos observar que a cidade tem duas grandes classes que são distintas, no primeiro caso e a maior porcentagem, temos a classe Alto com cerca de 33%, por outro lado temos a classe Muito Baixo com 20%, acompanhada por Baixo de 14%. Esses dados demonstram uma desigualdade espacial na distribuição dos serviços de enfrentamento aos casos de risco socioambiental, pois as maiores porcentagens estão relacionadas com classes opostas.

Assim, é necessário que os gestores e instituições, fiquem atentas a melhorar a distribuição dos serviços de enfrentamento, uma vez que a terceira maior classe que é a Média, com quase 20% das áreas de Garanhuns, representa localidades que mantêm problemas para a capacidade de suporte, mas não tanto para serem classificadas como Alto ou Muito Alto.

Com os dados e informações obtidas, é necessário construir melhores planos e gestões públicas que atendam a todas as parcelas da população da cidade de Garanhuns, preocupando-se, principalmente, com as áreas periféricas em relação as centrais, pois, está lá maior necessidade de acesso à educação e cultura.

5.2.4 Vulnerabilidade Social

As zonas urbanas contemporâneas, com sua alta densidade populacional e complexa teia de interações sociais, têm se tornado palco de estudos que buscam entender e avaliar os desafios associados à vulnerabilidade social. Esta vulnerabilidade é muitas vezes amplificada por cenários de risco socioambiental que afetam diretamente a

qualidade de vida dos cidadãos, comprometendo o bem-estar e a segurança das comunidades.

Dentro deste contexto, dois conceitos se destacam ao avaliar o grau de vulnerabilidade social urbana: a criticidade e a capacidade de suporte. A criticidade pode ser entendida como o conjunto de características, comportamentos e circunstâncias socioeconômicas que aumentam a susceptibilidade de indivíduos e comunidades a adversidades ou riscos. Em outras palavras, são os fatores que tornam determinadas populações mais propensas a sofrer os impactos negativos de um evento adverso.

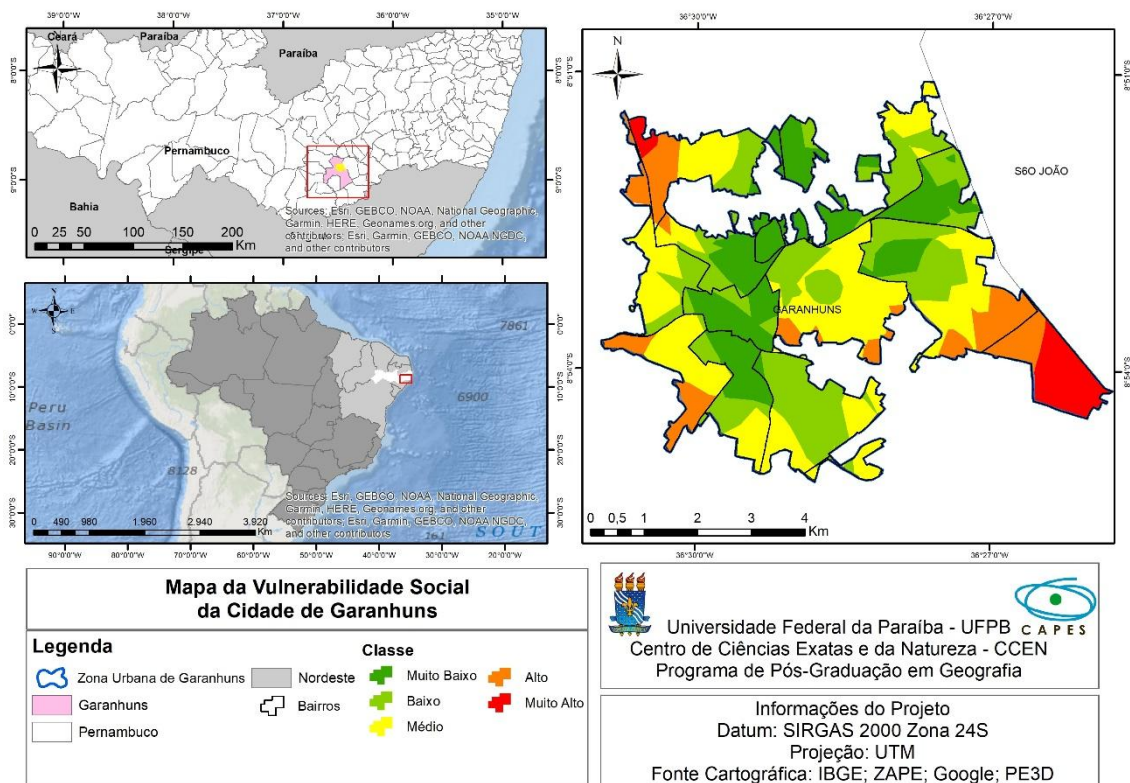
Por outro lado, a capacidade de suporte refere-se à habilidade inerente de uma comunidade ou região em responder, adaptar-se e recuperar-se diante de cenários desfavoráveis, utilizando-se de seus recursos, infraestruturas e coesão social. Trata-se, em essência, da resiliência que uma comunidade possui diante das adversidades, seja pela presença de infraestrutura adequada, sistemas de apoio social eficazes ou mesmo pela capacidade de organização e mobilização da própria população.

Ao combinar a análise desses dois componentes, é possível obter uma visão mais holística e profunda sobre a vulnerabilidade social urbana. Nesta seção, apresentaremos os principais resultados relacionados a essa temática, explorando como a criticidade e a capacidade de suporte interagem em diferentes contextos urbanos e como esses elementos podem influenciar a capacidade de uma cidade enfrentar cenários de risco socioambiental.

Diante disso, foi integrado os dados de criticidade e capacidade de suporte da cidade de Garanhuns, relacionando dados sociais, educacionais, culturais, equipamentos urbanos, serviços públicos variados, entre outros indicadores. O objetivo é compreender o quanto a sociedade da zona urbana está vulnerável para acontecimentos de risco e como estão as forças de enfrentamento para tais fenômenos.

Foi feito a média aritmética através da álgebra de mapas entre o mapeamento da criticidade e capacidade de suporte, gerando um outro modelo sobre a vulnerabilidade social da cidade de Garanhuns, podendo ser observada na seguinte figura 85.

Figura 85 Mapa da Vulnerabilidade Social da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

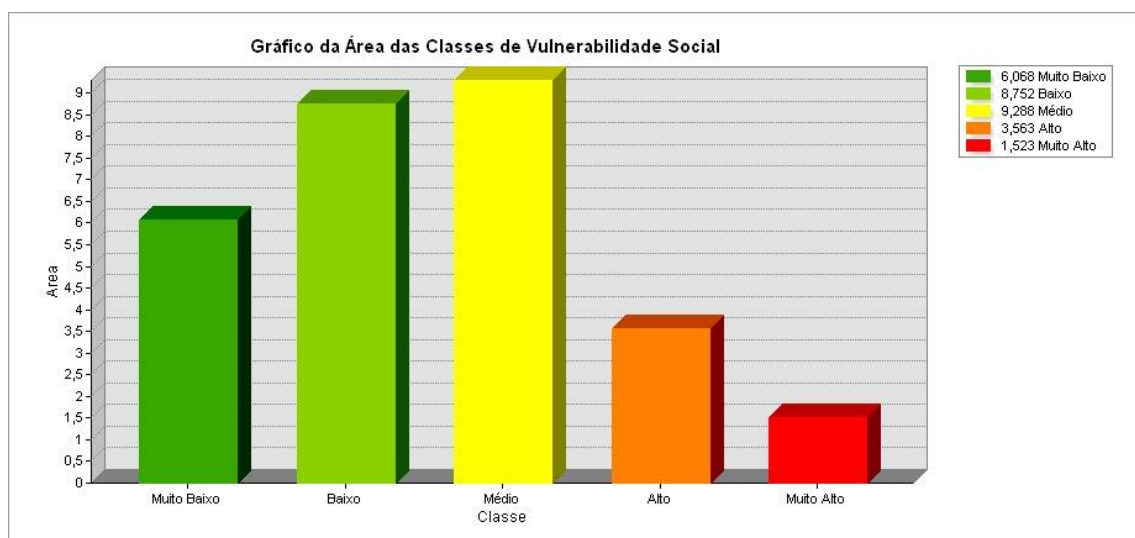
Observando o mapa de vulnerabilidade social da cidade de Garanhuns, conseguimos compreender que os principais elementos da criticidade e capacidade de suporte antes obtidos, demonstram que a maior potencialidade de riscos está concentrada nas periferias da zona urbana. Essa disparidade na distribuição de serviços essenciais afeta diretamente a qualidade de vida dos moradores dos bairros periféricos, contribuindo para a reprodução de um ciclo de exclusão e marginalização.

Nesse sentido, as áreas de Vulnerabilidade Muito Alto e Alto, estão concentradas nas áreas periféricas da cidade de Garanhuns, principalmente quando falamos nos extremos limites urbanos. Além disso, a classe Média de vulnerabilidade social tem que ser bem refletida, uma vez que ela aparece distribuída por todos os bairros do objeto de estudo, sendo uma área que necessita atenção devido a possibilidade de aumentos da sua vulnerabilidade socioambiental.

Por outro lado, as classes de Muito Baixa e Baixa vulnerabilidade social, estão presentes nos bairros centrais e mais ricos de Garanhuns, compreendendo que o acesso a educação, cultura e renda melhores, está concentrado nessas localidades e também, recebe mais atenção do setor público para investimentos e gerenciamento urbano.

Para melhor entendimento desses dados, foi construído um gráfico da área de Km² de cada classe de vulnerabilidade social mapeados na cidade de Garanhuns (Figura 86, pois, mesmo a distribuição espacial ter essa compreensão da dicotomia entre centro e periferia, o intuito de calcular a área é ter uma visão geral da zona urbana.

Figura 86 Gráfico das Áreas de Vulnerabilidade Social da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando o gráfico das áreas de cada classe de vulnerabilidade social, podemos perceber que a maior é Média, com cerca de 9,2Km² e seguida por Baixo com 8,7Km², Muito Baixo 6 Km², respectivamente. Esses dados indicam bons resultados gerais, pois, somados esses dois últimos, temos cerca de 15Km² de áreas com baixos níveis de risco sociais levantados através dos indicadores.

Em contraponto, as classes Alto com 3,5km² e Muito Alto com 1,5km², representam bem menos que as suas classes antagônicas. Contudo, isso pode significar um perigo a gestão pública, pois, sendo áreas pequenas em relação ao tamanho da zona urbana de Garanhuns, pode remeter a menos interesse do setor público em agir devido as áreas pequenas. Além disso, temos a maior classe sendo a Média, representando áreas que necessitam de atenção para baixar o grau de vulnerabilidade social e que seu risco não aumente.

Um dos principais efeitos desse desequilíbrio é a ampliação das desigualdades sociais e econômicas. Bairros periféricos, frequentemente habitados por famílias de baixa renda, enfrentam dificuldades para acessar serviços básicos, como atendimento médico de qualidade e educação adequada. Isso acaba por perpetuar um ciclo de

pobreza, já que a falta de acesso a educação e saúde de qualidade limita as oportunidades de desenvolvimento pessoal e profissional dos moradores.

Além disso, a concentração de serviços nos bairros centrais também tem impactos ambientais e de mobilidade. Com infraestruturas deficientes, os bairros periféricos podem sofrer mais com problemas como enchentes e falta de acesso a transporte público eficiente, o que limita a mobilidade dos residentes e dificulta sua integração na vida econômica e social da cidade.

Para combater essa problemática, é necessário um esforço conjunto do poder público, da sociedade civil e do setor privado. Políticas de descentralização de serviços, investimentos em infraestrutura nas áreas periféricas, promoção de espaços culturais e de lazer nessas regiões e ações voltadas para o desenvolvimento econômico local são medidas importantes para reduzir as disparidades.

Além disso, é crucial promover a conscientização sobre essa desigualdade e incentivar a participação ativa da população na busca por soluções. A inclusão das comunidades periféricas no planejamento urbano e a ampliação do diálogo entre diferentes setores da sociedade podem contribuir para a construção de cidades mais justas e equitativas, onde todos os cidadãos tenham acesso igualitário a serviços e oportunidades.

Nos bairros centrais e mais ricos de Garanhuns, é notável a presença de uma infraestrutura mais robusta e serviços públicos de melhor qualidade. Hospitais bem equipados, sendo o maior e público localizado em Heliópolis, escolas com recursos adequados, espaços de lazer e cultura como o parque Euclides Dourado, além de uma rede de transporte mais eficiente por concentrar mais paradas e linhas de ônibus, são características que geralmente se concentram nessas áreas. No entanto, essa concentração de recursos não é equitativa, pois deixa em evidência as carências enfrentadas pelos bairros periféricos.

Os bairros periféricos de Garanhuns frequentemente sofrem com a falta de acesso a serviços essenciais. Os sistemas de saúde podem ser precários, com dificuldades de atendimento e falta de estrutura. A educação pode ser comprometida pela carência de escolas bem equipadas e professores qualificados. A infraestrutura de transporte muitas vezes é insuficiente, resultando em dificuldades de mobilidade para os

moradores dessas áreas. Além disso, a oferta limitada de espaços de lazer e cultura contribui para uma menor qualidade de vida.

Essa desigualdade na distribuição de serviços tem efeitos profundos nas vidas das pessoas que vivem nos bairros periféricos. A falta de acesso a serviços básicos impacta negativamente o desenvolvimento educacional, profissional e social desses moradores, perpetuando um ciclo de marginalização e limitando suas oportunidades.

Em última análise, a busca por uma cidade mais equitativa e inclusiva requer um esforço conjunto e contínuo para romper com as barreiras que perpetuam a concentração desigual de serviços públicos e de assistência em Garanhuns. Somente através de uma abordagem abrangente e colaborativa será possível construir uma cidade que promova o bem-estar e a dignidade de todos os seus habitantes, independentemente de onde residam.

5.3 Vulnerabilidade Socioambiental da Cidade de Garanhuns

A interligação entre a vulnerabilidade social e ambiental é um tema de crescente importância na compreensão dos desafios enfrentados pelas comunidades em todo o mundo. A análise integrada dessas duas dimensões, conhecida como vulnerabilidade socioambiental, lança luz sobre as complexas interações entre fatores sociais e ambientais que podem agravar a exposição das populações a riscos e adversidades.

A abordagem da vulnerabilidade socioambiental exige uma análise holística, que leve em consideração não apenas os aspectos sociais e ambientais separadamente, mas também suas interações e influências mútuas. Políticas e estratégias que visam abordar a vulnerabilidade socioambiental devem ser cuidadosamente planejadas e adaptadas às características específicas de cada contexto. Isso inclui a promoção de ações que fortaleçam as capacidades das comunidades para se adaptarem a mudanças ambientais e sociais, como programas de educação, acesso a serviços básicos, empoderamento comunitário e planejamento urbano sustentável.

Além disso, a integração das perspectivas de diferentes partes interessadas, incluindo governos, organizações não governamentais, academia e setor privado, é fundamental para desenvolver abordagens abrangentes e eficazes para lidar com a vulnerabilidade socioambiental. Somente por meio de esforços colaborativos e um entendimento profundo das complexas dinâmicas que conectam as dimensões social e

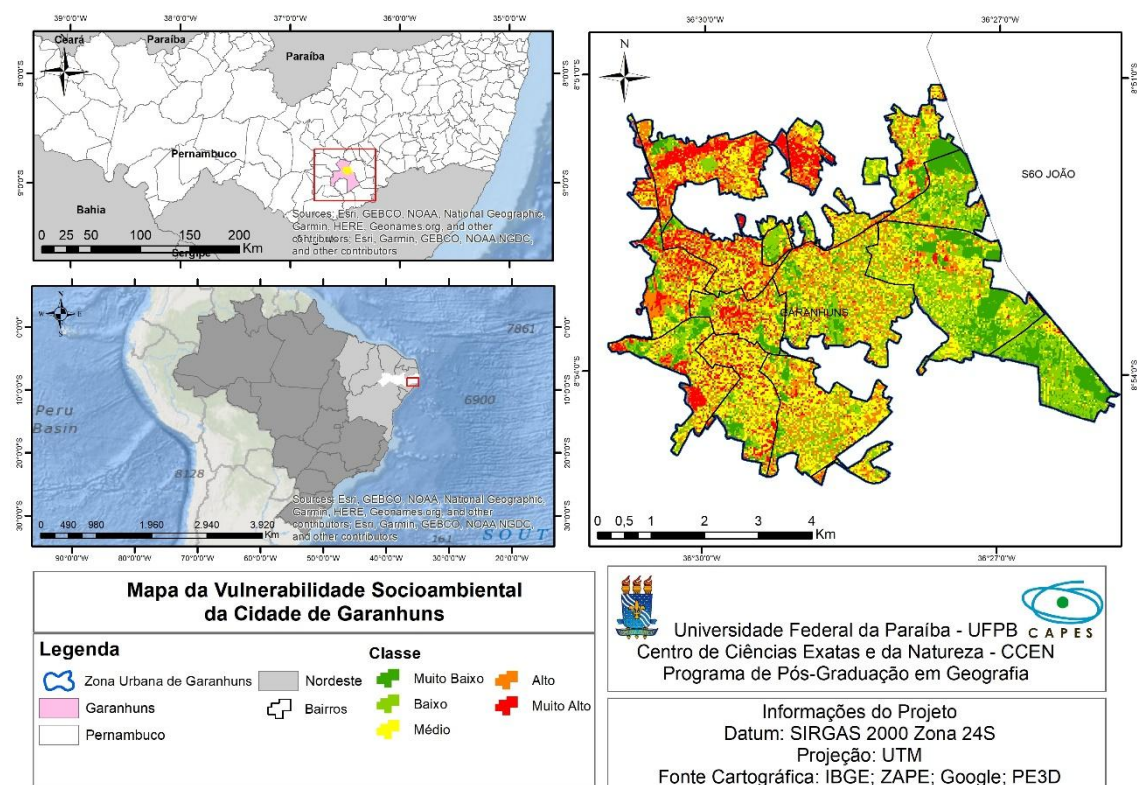
ambiental, será possível construir resiliência e promover o bem-estar das comunidades mais vulneráveis.

No contexto do município de Garanhuns, em Pernambuco, a análise integrada da vulnerabilidade socioambiental revela uma complexa teia de desafios que afetam a qualidade de vida e o bem-estar da população local. A interseção entre vulnerabilidade social e ambiental destaca as formas pelas quais fatores socioeconômicos e ambientais se entrelaçam para criar situações de risco e adversidade que impactam de maneira desproporcional determinadas comunidades.

Diante desse contexto, foi elaborado um mapeamento da vulnerabilidade socioambiental da cidade de Garanhuns, indicando um índice a partir dos processos metodológicos já mencionados. Nesse sentido, foram integradas informações ambientais, físicos, sociais, educacionais, culturais, espaciais, entre outros fatores para sua construção.

Por fim, o produto final deste trabalho (Figura 87), o mapa da vulnerabilidade socioambiental da cidade de Garanhuns, com objetivo de auxiliar o planejamento e gestões futuras.

Figura 87 Vulnerabilidade Sociambiental da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Diante do mapeamento elaborado, podemos perceber que as áreas e classes estão bastante dispersas, ocorrendo em todos os bairros a presença de todas as classes socioambientais disponibilizadas. Contudo, existe uma concentração de localidades expostas a vulnerabilidade socioambiental Muito Alto e Alto na região mais a Oeste e Noroeste da zona urbana. Essa interpretação deve-se por serem regiões com maiores níveis de declividades ocasionando mais casos de voçorocas, baixa cobertura vegetal, incidência maior de precipitação, menor acesso a educação e cultura, além de ter problemas de acesso em relação a capacidade de suporte.

Esta região, é interpretada por sua concentração de pessoas com menor condições financeiras, muitas áreas por ocupações irregulares, as famosas “invasões”. Um dos motivos para concentrar áreas de maior vulnerabilidade é a falta de interesse dessas áreas por parte do poder público, ocasionando a maior marginalização dessas áreas.

Por outro lado, as áreas de vulnerabilidade socioambiental Muito Baixo e Baixo, estão localizadas em regiões mais centrais e a Leste da cidade de Garanhuns, sendo explicado por concentrar mais pessoas de classes médias e altas, além das extremidades Leste e Sudeste, consideradas áreas novas de loteamentos e casas destinadas à classe média. Nesse sentido, como está em processo de crescimento planejado, detém menores potenciais ao risco.

Como localidades mais planejadas, existe uma maior proximidade para alguns serviços públicos, como creches, escolas e postos de saúde, além da proximidade de alguns serviços de enfrentamento a casos de riscos socioambientais. Do ponto de vista ambiental, são áreas mais suave-onduladas, com extensa cobertura vegetal intermediária ou rasteira devido aos lotes não construídos, baixa proximidade de objetos urbanos prejudiciais a qualidade de vida e um microclima mais agradável para moradia.

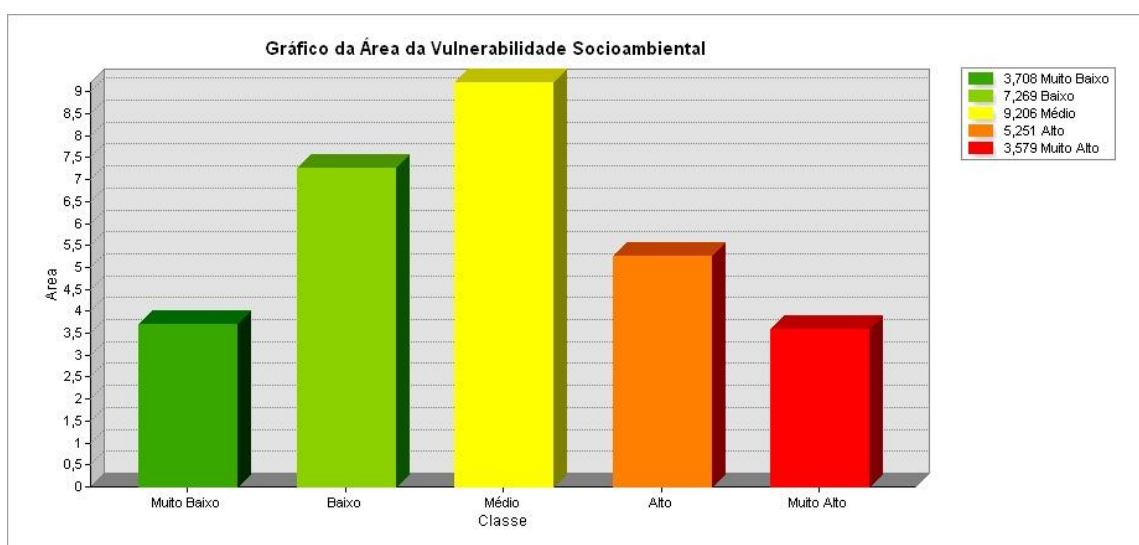
Já para as áreas de vulnerabilidade socioambiental Médio, estão presentes em todos os bairros, podendo ser entendidas como áreas de transição entre as classes Baixo e o Alto na cidade de Garanhuns. Nesse sentido, é importante por parte dos gestores públicos, aumentar a preocupação sobre essas áreas, uma vez que com o passar do tempo, existe a possibilidade de elas aumentarem o risco socioambiental.

Para melhorar esse índice em relação a classe Médio, é necessário que as entidades competentes melhorem o acesso a escolas, renda e cultura, melhorando a

capacidade de criticidade da população, além de promover um avanço nas ferramentas e ações de enfrentamento aos casos de risco socioambiental na cidade de Garanhuns, pois, alterações em relação aos aspectos ambientais são mais morosos e caros para promover, excluindo os casos de planos e gestões mais voltados a sustentabilidade urbana.

Para melhor compreensão desses dados, foi construído um gráfico das áreas de cada classe de vulnerabilidade socioambiental (Figura 88), com objetivo de auxiliar na interpretação dos dados e observar a situação da cidade de Garanhuns no modelo construído e seu referido índice.

Figura 88 Gráfico das Áreas de Vulnerabilidade Socioambiental da cidade de Garanhuns – PE



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir da construção do gráfico das áreas de vulnerabilidade socioambiental da cidade de Garanhuns, podemos perceber que a maior porção está destinada a classe Médio com cerca de 9,20Km², seguida por Baixo com 7,26Km² e Alto com 5,25Km², indicando que Garanhuns tem um cenário bastante intermediário em relação a suas áreas de risco socioambiental.

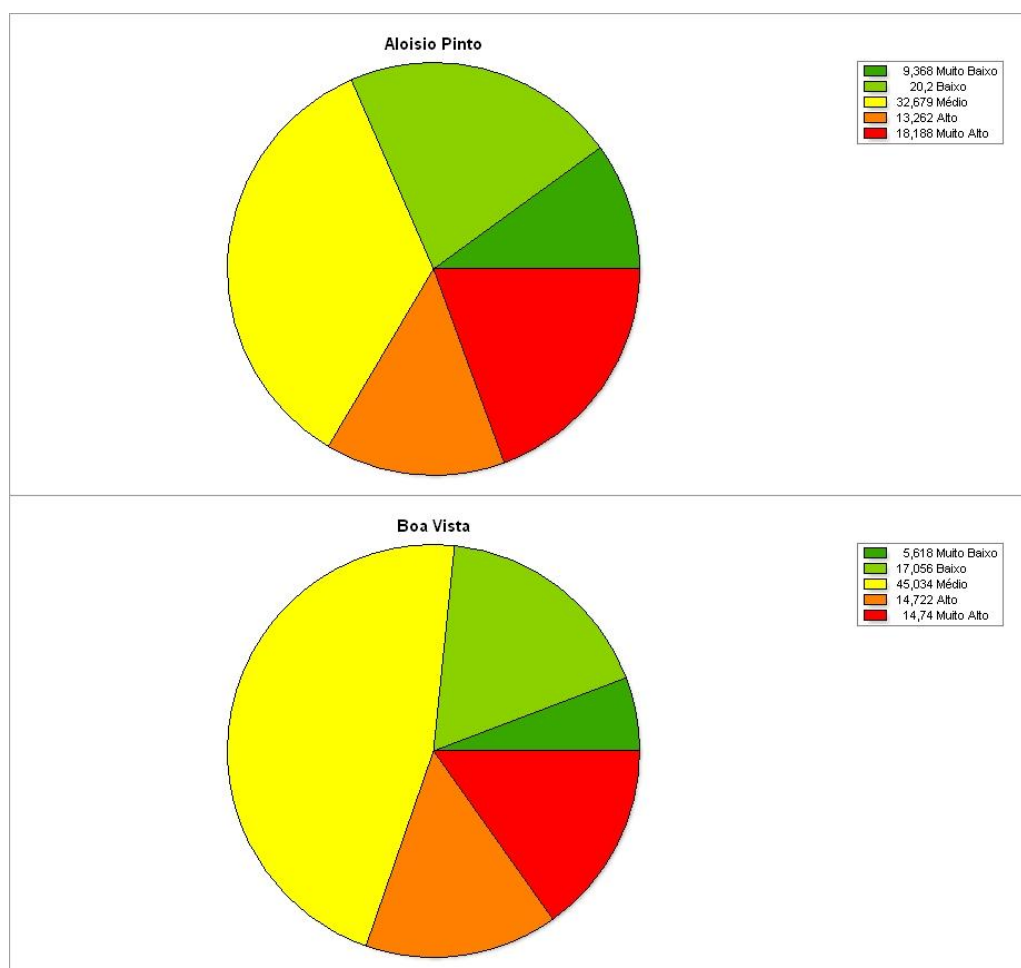
É interessante que com o passar do tempo, a dinâmica urbana sempre muito rápida, a cidade de Garanhuns pode apresentar outros tipos de dados sobre vulnerabilidade, pois, essa proximidade do intermediário pode colocar daqui a 10 anos por exemplo, a cidade em um baixo ou alto risco socioambiental. Novamente, é importante frisar o papel dos agentes públicos para superação e melhoria das condições de vida da população, infraestrutura e capacidade de suporte na zona urbana.

Assim, também é interessante que os extremos do índice de vulnerabilidade socioambiental da cidade de Garanhuns são as menores áreas calculadas, Muito Alto

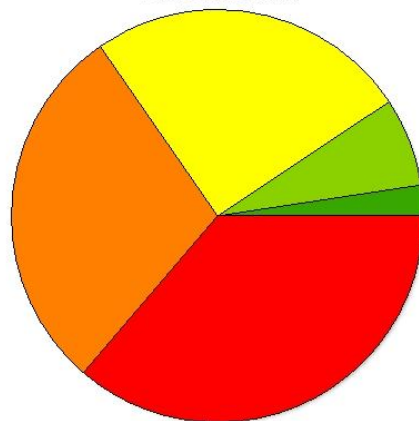
com 3,57Km² e Muito Baixo com 3,70Km². Contudo, não são motivos para menores preocupações, principalmente o primeiro, visto que são áreas com vulnerabilidades ambientais e sociais, cominando em localidades com deficiências urbanas e falta de acessos a serviços públicos essenciais. Do outro lado, áreas com Muito Baixo vulnerabilidade socioambiental, não devem ser entendidas como não necessitarem de cuidado e atenção, mas sim, manutenção e sempre promover a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável.

Para compreender melhor as especificidades de cada bairro da cidade de Garanhuns, foi elaborado um conjunto de gráficos sobre cada classe de vulnerabilidade socioambiental nos bairros de Garanhuns (Figura 89).

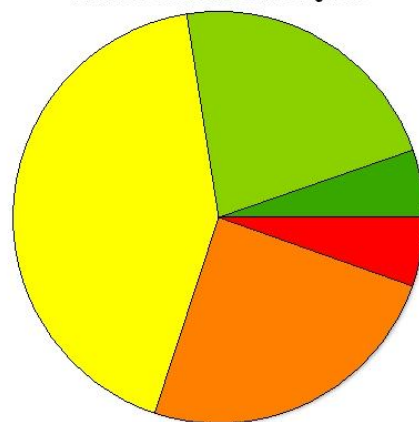
Figura 89 Gráficos das áreas das classes de vulnerabilidade socioambiental por bairro de Garanhuns – PE



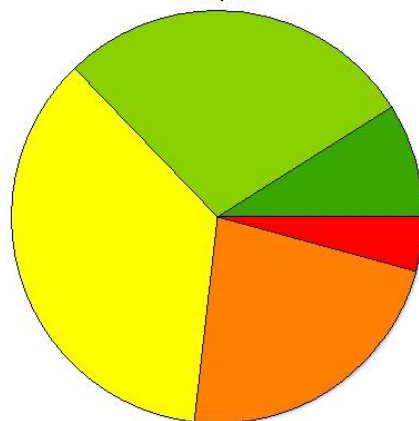
Dom Helder Câmara



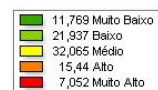
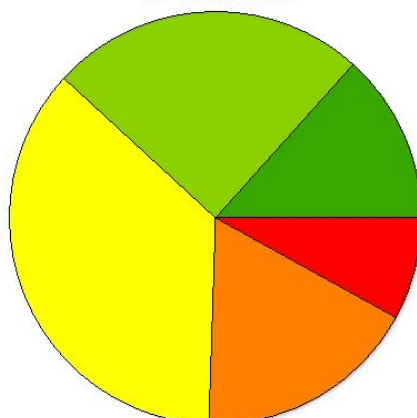
Francisco Simão dos Santos Figueira



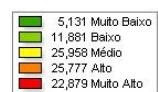
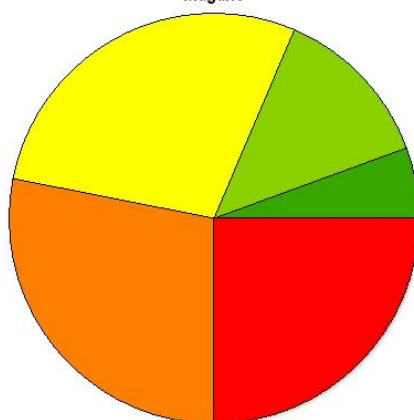
Heliópolis



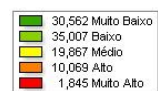
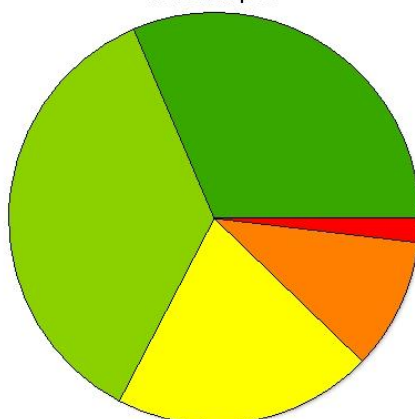
José Maria Dourado



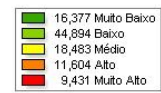
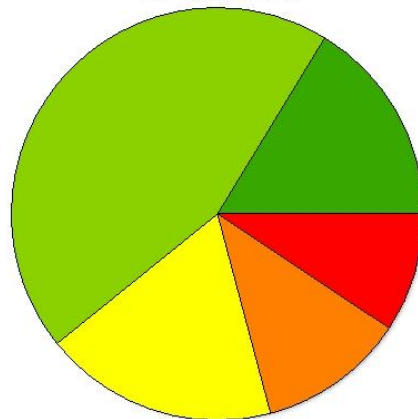
Magano



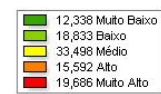
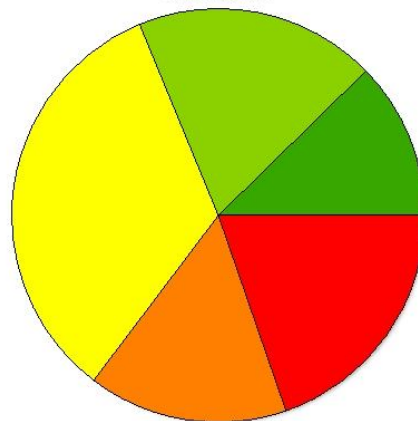
Novo Heliópolis



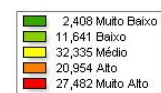
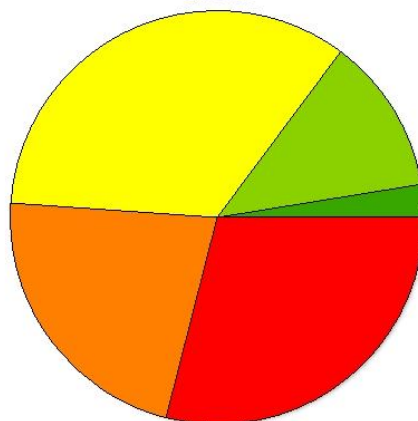
Dom Thiago Posima

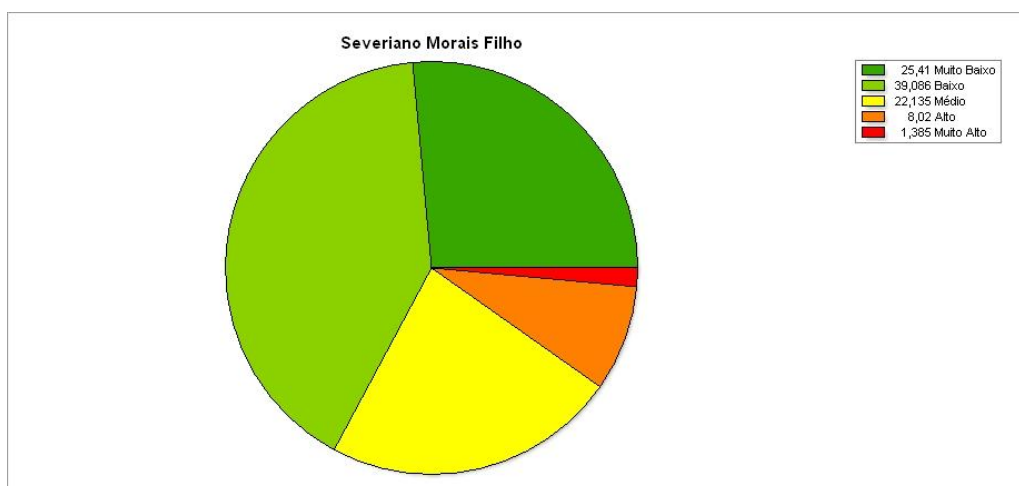


Santo Antônio



São José





Fonte: Elaborado pelo autor

Diante dos gráficos elaborados, podemos observar que existe grandes mudanças de bairro para outros, exemplo disso, seria o bairro Dom Helder Câmara que tem a maior porcentagem em relação a área de Vulnerabilidade Muito Alto, quase 30%, acompanhado do São José com 27% e Magano com 22%. Essa relação indica existe muitas diferenças gerais de bairro para bairro, uma vez que existem bairros como o Novo Heliópolis e Severiano Moraes Filho que possuem mais da metade de áreas caracterizadas como Muito Baixo e Baixo para riscos socioambientais, que sendo importante por parte dos gestores, uma promoção de políticas públicas para promover melhorias no planejamento e gestão de maneira geral para toda a zona urbana.

Contudo, todos os outros bairros têm um equilíbrio em relação ao índice de vulnerabilidade socioambiental, pois todos eles têm de maneira distribuída em relação a porcentagem em suas classes, indicando a necessidade de articulação entre os serviços urbanos e o meio ambiental na zona urbana.

Exemplo disso, são os bairros de Santo Antônio e Dom Thiago Posima, isto é, primeiro é o central, onde está situada a sede da prefeitura municipal, já a segunda é um bairro mais periférico. Os dois tem distribuição das classes de vulnerabilidade muito parecidas e que de certa maneira, são bem equilibradas. Nesse sentido, podemos perceber que a importância de se integrar diversos elementos e propor indicadores para buscar a fundo os problemas, observando que mesmo com várias características diferentes, a capacidade crítica e de resposta, relacionado com o meio ambiente revelam diversos riscos socioambientais.

Importante ressaltar que bairros como Heliópolis, José Maria Dourado e Francisco Simão dos Santos Figueira, tem em sua maioria, quase metade de todo os

respectivos bairros, a classe de vulnerabilidade socioambiental Médio, como a maior porcentagem. Essa informação é bastante interessante, uma vez que são bairros com áreas extensas e que dentro da mesma região, possui localidades concentradas de classes econômicas baixas e outras mais altas, gerando áreas intermediárias que necessitam de atenção por parte dos gestores públicos.

De maneira geral, os bairros que mais apresentaram vulnerabilidade socioambientais foram Dom Helder Câmara, São José, Magano e Santo Antônio, respectivamente. Já os que apresentaram menores riscos foram Severiano Moraes Filho, Novo Heliópolis, Dom Thiago Posima e Heliópolis.

A vulnerabilidade socioambiental, emergindo da análise integrada da vulnerabilidade social e ambiental, representa uma interconexão profunda e complexa entre as dimensões sociais e ambientais que moldam a resiliência e o bem-estar das comunidades. É a compreensão de que a vulnerabilidade não pode ser vista isoladamente, mas sim como um sistema dinâmico onde fatores sociais e ambientais interagem e se reforçam mutuamente.

A vulnerabilidade social em Garanhuns se manifesta por meio de uma série de indicadores, como baixa renda, acesso limitado a serviços básicos de saúde e educação, desemprego e moradia precária. Particularmente, nos bairros periféricos e áreas mais afastadas do centro, muitas famílias enfrentam dificuldades em atender às suas necessidades básicas. A falta de infraestrutura adequada nessas áreas pode limitar o acesso a água potável, saneamento básico e transporte público eficiente, o que, por sua vez, compromete a qualidade de vida e cria obstáculos para o desenvolvimento socioeconômico.

Por outro lado, a vulnerabilidade ambiental em Garanhuns também é uma preocupação significativa. Mudanças climáticas, eventos climáticos extremos e degradação ambiental afetam a região, ameaçando a disponibilidade de recursos naturais essenciais. A agricultura, que é uma importante atividade econômica em muitas partes do município e existe áreas dentro do meio urbano, pode ser impactada pela irregularidade das chuvas e outras alterações climáticas, resultando em perdas de colheitas e dificuldades para os agricultores.

A análise integrada da vulnerabilidade socioambiental destaca como esses aspectos se sobrepõem e intensificam os desafios enfrentados pelas populações mais

vulneráveis de Garanhuns. Comunidades já em situação de desvantagem socioeconômica frequentemente estão mais expostas aos riscos ambientais. Por exemplo, áreas urbanas mais pobres podem estar localizadas em terrenos mais suscetíveis a voçorocas, aumentando o perigo durante períodos chuvosos intensos.

6 Considerações Finais

A vulnerabilidade socioambiental é uma questão complexa e preocupante que exige uma consideração cuidadosa. Refere-se à condição em que comunidades e ecossistemas estão expostos a riscos e impactos negativos devido a fatores sociais, econômicos e ambientais interligados.

Em primeiro lugar, é fundamental reconhecer que a vulnerabilidade socioambiental afeta desproporcionalmente as populações mais marginalizadas e economicamente desfavorecidas. Essas comunidades muitas vezes enfrentam condições de vida precárias, falta de acesso a recursos básicos, infraestrutura inadequada e sistemas de governança frágeis. Isso as torna mais suscetíveis aos efeitos negativos de eventos naturais, desastres, mudanças climáticas e degradação ambiental.

Além disso, a vulnerabilidade socioambiental está intimamente ligada à injustiça social e à desigualdade. As comunidades mais vulneráveis muitas vezes enfrentam o ônus de problemas ambientais causados por ações humanas, como poluição industrial, desmatamento, contaminação da água e perda de biodiversidade. Ao mesmo tempo, essas comunidades têm menos capacidade de se adaptar e se recuperar desses impactos negativos, ampliando ainda mais as disparidades sociais.

A abordagem da vulnerabilidade socioambiental deve envolver uma análise holística e multidimensional, levando em consideração fatores socioeconômicos, culturais e ecológicos. É necessário considerar as condições socioeconômicas das comunidades, suas práticas de subsistência, conhecimentos tradicionais, sistemas de apoio social e governança local. Também é importante avaliar a resiliência dos ecossistemas, a disponibilidade de recursos naturais e os impactos das atividades humanas na natureza.

Na realização da vulnerabilidade socioambiental de Garanhuns, foi observado que dentre todos os elementos analisados, os indicadores ambientais de declividade e de cobertura vegetal foram os mais atuantes para definição de áreas e bairros com maior potencial vulnerável. Já na relação entre os componentes de vulnerabilidade ambiental, criticidade e capacidade de suporte, observou que é necessário a sua integração, visto a possibilidade de abrir um leque de investigação bastante grande sobre o meio urbano.

Sendo assim, a abordagem do IVSA tornou-se bastante eficiente no sentido de revelar as áreas vulneráveis e as potenciais no futuro para qualquer desequilíbrio

socioambiental, como os bairros do Magano e Heliópolis, respectivamente. Além de mostrar problemas sociais em relação à deficiência de serviços em áreas mais marginalizadas da zona urbana.

Para lidar com a vulnerabilidade socioambiental, são necessárias abordagens integradas que envolvam políticas públicas, planejamento urbano sustentável, educação ambiental, participação comunitária e cooperação internacional. É fundamental promover a inclusão social, garantir a justiça ambiental, fortalecer as capacidades locais e investir em medidas de adaptação e mitigação.

No entanto, é importante reconhecer que a vulnerabilidade socioambiental não é um problema que pode ser resolvido rapidamente. Requer um compromisso contínuo e ações coletivas em todos os níveis da sociedade, desde governos e organizações internacionais até comunidades locais e indivíduos. É necessário repensar nossos modelos de desenvolvimento, promover a sustentabilidade ambiental e garantir que ninguém seja abandonado nesse processo.

A vulnerabilidade socioambiental em zonas urbanas é uma preocupação cada vez mais relevante devido ao rápido crescimento das cidades e aos desafios associados à sua expansão. As áreas urbanas concentram uma grande variedade de problemas socioambientais, incluindo desigualdades socioeconômicas, degradação ambiental, poluição, falta de acesso a serviços básicos e riscos relacionados a desastres naturais e mudanças climáticas.

A urbanização desordenada, o crescimento populacional acelerado e a falta de planejamento urbano sustentável são fatores que contribuem para a vulnerabilidade socioambiental nas áreas urbanas. A expansão urbana descontrolada resulta em ocupação de áreas de risco, como encostas íngremes, margens de rios e regiões suscetíveis a inundações, aumentando a exposição a desastres naturais. Além disso, a falta de infraestrutura adequada e a ausência de espaços verdes e áreas de lazer afetam a qualidade de vida dos residentes urbanos.

Para lidar com a vulnerabilidade socioambiental em zonas urbanas, são necessárias medidas integradas que abordem os múltiplos desafios enfrentados. Isso inclui políticas públicas que promovam o planejamento urbano sustentável, a revitalização de áreas degradadas, a melhoria do acesso a serviços básicos, a inclusão social e o fortalecimento da participação comunitária.

O uso das geotecnologias em meios urbanos tem se mostrado uma ferramenta poderosa para o planejamento e gestão das cidades, oferecendo informações e análises geoespaciais que auxiliam na tomada de decisões e na resolução de problemas urbanos complexos. Essas tecnologias, que incluem sistemas de informações geográficas (SIG), sensoriamento remoto, geoprocessamento e análise espacial, proporcionam uma visão abrangente e integrada do espaço urbano, permitindo uma abordagem mais eficiente e sustentável para o desenvolvimento das cidades.

Uma consideração importante é que as geotecnologias oferecem uma ampla gama de aplicações em meios urbanos. Elas podem ser utilizadas para mapeamento e análise do uso do solo, monitoramento de mudanças urbanas, planejamento urbano, gestão de infraestruturas, transporte, análise de riscos naturais e climáticos, entre outros. Ao fornecer informações precisas e atualizadas sobre a localização, distribuição e características das diferentes variáveis urbanas, essas tecnologias permitem uma compreensão mais profunda e abrangente dos desafios e potenciais das cidades.

Além disso, as geotecnologias são ferramentas inclusivas, pois permitem a integração de dados e informações provenientes de diferentes fontes e setores. Isso promove a colaboração entre atores diversos, como governos, setor privado, academia e sociedade civil, facilitando a participação e a tomada de decisões compartilhadas. A disponibilidade de dados geoespaciais abertos também contribui para a transparência e a democratização do acesso à informação, possibilitando que mais pessoas se envolvam no planejamento e na gestão urbana.

No entanto, é importante reconhecer que o uso das geotecnologias em meios urbanos enfrenta desafios, como a disponibilidade e qualidade dos dados, a capacitação técnica dos profissionais envolvidos e a integração das tecnologias com os processos de tomada de decisões. Também é necessário considerar questões éticas, como a privacidade dos dados e o uso responsável das informações geoespaciais.

Ao abordar a vulnerabilidade socioambiental em Garanhuns, será possível promover uma cidade mais resiliente, equitativa e sustentável, onde os impactos negativos das interações entre vulnerabilidade social e ambiental sejam mitigados e as oportunidades de crescimento e prosperidade sejam ampliadas para todos os seus habitantes.

O envolvimento ativo das comunidades afetadas é crucial para identificar as necessidades locais, elaborar soluções eficazes e promover a participação nas decisões que afetam seu próprio futuro. Além disso, parcerias entre o governo, organizações não governamentais, instituições acadêmicas e setor privado podem enriquecer a resposta a essa complexa questão.

Além disso, é fundamental investir em infraestrutura resiliente, sistemas de alerta precoce e estratégias de gestão de riscos para reduzir a exposição a desastres naturais. A promoção de práticas sustentáveis, como a gestão adequada de resíduos, a eficiência energética e a utilização de energias renováveis, também desempenha um papel importante na redução da vulnerabilidade socioambiental.

A participação ativa e a capacitação das comunidades locais são essenciais para enfrentar a vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas. Ao envolver os residentes nas decisões que afetam seu ambiente, é possível promover a resiliência, a conscientização ambiental e a cooperação entre os moradores.

Referências

- ABER, James S. et al. **Small-format aerial photography and UAS imagery: Principles, techniques and geoscience applications**. Academic Press, 2019.
- ABIKO, Alex; MORAES, OB de. Desenvolvimento urbano sustentável. **São Paulo**, 2009.
- AGENDA, PLATAFORMA. 2030. Acelerando as transformações para a Agenda 2030 no Brasil. 2018.
- AMADOR, Maria Betânia Moreira. PERCEPÇÃO DA PAISAGEM DO PARQUE EUCLIDES DOURADO NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS-PE. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n. 4, 2012.
- AMEEN, R. F. M., & MOURSHED, M. (2018). Urban sustainability assessment framework development: The ranking and weighting of Iraqi indicators using analytic hierarchy process (AHP). *Sustainable Cities and Society*.
- AMORIM FILHO, Oswaldo; SERRA, Rodrigo Valente. Evolução e perspectivas do papel das cidades médias no planejamento urbano e regional. **Cidades médias brasileiras. Rio de Janeiro: IPEA**, p. 1-34, 2001.
- ANDRADE, Maria Cristina Castilho de. A cidade industrial: uma abordagem histórica e teórica. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 25, n. 2, p. 239-257, 2013.
- ANDRADE, M.C., 2009. Geografia de Pernambuco: ambiente e sociedade. Grafset, João Pessoa
- ANDRADE, M.C., 2003. Atlas escolar de Pernambuco. Grafset, João Pessoa.
- ARCOVERDE, G. C. L.; ARAÚJO, M. S. L. C. RESÍDUOS SÓLIDOS EM GARANHUNS, PERNAMBUCO: UMA QUESTÃO DE SAÚDE PÚBLICA. 2013.
- AZAMBUJA, R, N. **Análise geomorfológica em áreas de expansão urbana no município de Garanhuns – PE**. Recife, Dissertação de Mestrado, UFPE, 2007.
- AZEVEDO, Thiago; MATIAS, Lindon Fonseca. Mapeamento do uso e ocupação da terra urbana: proposta de um sistema de classificação com sensoriamento remoto. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 20, n. 2, p. 145-146, 2022.
- BARBIRATO, R. L. (2007). **Ilhas de calor urbanas**: uma revisão bibliográfica. *Revista Eletrônica de Geografia e Ciências Humanas*, 2(1), 1-15.
- BACELLAR, L. A. P. Processos de Formação de Voçorocas e Medidas Preventivas e Corretivas. Viçosa, 2006. 30 slides.
- BAJJALI, William. **ArcGIS for environmental and water issues**. Springer, 2017.
- BARBIRATO, Gianna Melo. **Clima e cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. UFAL, 2007.
- BARBOSA, Valter Luís; JÚNIOR, Antônio Fernandes Nascimento. Paisagem, ecologia urbana e planejamento ambiental. **Geografia (Londrina)**, v. 18, n. 2, p. 21-36, 2009.
- BOGNIOTTI, Gláucia Maria Côrtes. Cidades médias brasileiras: que perfil é esse?. 2018.
- BRASIL, LEI No 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Brasília – DF.
- BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2020. Brasília: SNIS, 2020.

BURACO SEM FIM:Prefeito de Garanhuns decreta situação de emergência por conta de riscos provocados pelas chuvas em especial no trecho do grande buraco da Avenida Senador Paulo Guerra. VEC, 2022. Disponível em < <http://www.vecgaranhuns.com/2022/05/buraco-sem-fimprefeito-de-garanhuns.html>>. Acesso dia 27 de jun de 2022.

CABRAL, Laise do Nascimento; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

CARDOSO, Rafael Said Bhering; PIRES, Lucas Valente. Voçorocas: processos de formação, prevenção e medidas corretivas. **Acesso em**, v. 21, 2010.

CARDOSO, A. R., & Pires, M. S. (2010). **Voçorocas**: caracterização, classificação e medidas de controle e prevenção. In: Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 20 a 24 de novembro de 2010. São Paulo: ABRH.

CARNEIRO, P., & HECKMAN, J. J. (2011). **Human capital policy and economic growth**: The case of education. *Annual Review of Economics*, 3, 599-630.

CARVALHO, Ana Carla Leite; DE MIRANDA ROCHA, Gilberto. Análise dos Riscos e da Vulnerabilidade Socioambiental Urbana, face ao Desenvolvimento Desordenado e a Pressão aos Recursos Hídricos em Belém-PA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18127-18142, 2020.

CAVALCANTI, E.P. e SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia. Belo Horizonte, outubro de 1994. 154-157. 1994.

Cavalcanti, Enilson P.; Silva, Vicente de P. R.; Sousa, Francisco de A. S. de. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Brasil, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.

CHAER, Mirella Ribeiro; GUIMARÃES, Edite da Glória Amorim. A importância da oralidade: educação infantil e séries iniciais do Ensino Fundamental. **Pergaminho-Centro Universitário de Patos de Minas**,(3), v. 71, p. 88, 2012.

CHAVES, Sammya Vanessa Vieira; LOPES, Wilza Gomes Reis. A vulnerabilidade socioambiental em Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, n. 47E, 2011.

COLUSSI, C. F.; PEREIRA, K. G. Territorialização como instrumento do planejamento local na Atenção Básica [Recurso eletrônico] / Universidade Federal de Santa Catarina. Organizadoras: Claudia Flemming Colussi; Kátiuscia Graziela Pereira. - Florianópolis: UFSC, 2016

CORDEIRO DE ARAÚJO BEZERRA, Maria de Lourdes; ESPOSITO, Daniella Felipe. Estação de Garanhuns: marco do progresso preservado. **Jornada de Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio**, v. 1, 2009.

COSTA, S. O. S. et al. Caracterização Fisiográfica do Município de Garanhuns-PE. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, p. 913-922, 2015.

CUNHA KEMERICH, Pedro Daniel; RITTER, Luciana Gregory; DE BORBA, Willian Fernando. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, p. 3718-3722, 2014.

CURCIO, G. R.; BONNET, A. Nascentes no Estado do Paraná: um ponto de vista pedológico e suas interações. 2021

DANTAS, Eustógio Wanderley Correia; COSTA, Maria Célia Lustosa; ZANELLA, Maria Elisa. Vulnerabilidade socioambiental e qualidade de vida em Fortaleza. 2016.

DESA, U. N. et al. World urbanization prospects: The 2014 revision, highlights. **United Nations, Department of Economic and Social Affairs (UN/DESA), Population Division. United Nations publication. Online available at <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>. Accessed on, v. 23, p. 2017, 2014.**

DESCHAMPS, Marley. Estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. **Cadernos metrópole**, n. 19, p. 191-219, 2008.

DEUS, Rodolfo Alexandre da Silva Gomes de. Análise de processos erosivos na zona urbana do município de Garanhuns - PE / Rodolfo Alexandre da Silva Gomes de Deus. - João Pessoa, 2021.

DUTRA, Rita de Cássia. Indicadores de Vulnerabilidade: no contexto da habitação precária em área de encosta sujeita a deslizamento / Rita de Cássia Dutra. – 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p

EMBRAPA. Análise da vulnerabilidade ambiental / Maria Cléa Brito de Figueiredo... [et al.]. - Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2010.

EUSTACHIO, João Henrique Paulino Pires et al. Systemic indicator of sustainable development: Proposal and application of a framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 241, p. 118383, 2019.

FARIA, A. H. P. et al. **Análise espacial aplicada ao estudo do crime: uma abordagem exploratória da distribuição dos atrativos para o crime no espaço urbano de Belo Horizonte**. Caderno de Geografia, v.28, n.55, 2018.

FERREIRA, Genovan Pessoa de Moraes. Da cidade das flores à cidade do evento: a produção do espaço urbano em Garanhuns-PE. 2019. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

FUNDARPE. PROCESSO DE TOMBAMENTO DA ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DE GARANHUNS Nº.1126/95. Recife, 1980.

GOMES, D, D, M. **Geoprocessamento aplicado à análise e zoneamento dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do Rio Mundaú** / Daniel Dantas Moreira Gomes. – 2015.

GRAÇA CRUZ, Edimar; DE OLIVEIRA, Benone Otávio Souza; DA GRAÇA CRUZ, Maria Francisca. Identificação e mapeamento de pontos de disposições irregulares de resíduos sólidos no perímetro urbano do município de Humaitá-AM. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 184-201, 2017.

GROETELAARS, Natalie Johanna. Um estudo da fotogrametria digital na documentação de formas arquitetônicas e urbanas. Dissertação de mestrado, UFBA, 2013.

GUIMARÃES, Ignez de Pinho et al. Geologia da folha Garanhuns SC. 24-XB-VI. 2008.

GUIMARÃES, Roberto Pereira; FEICHAS, Susana Arcangela Quacchia. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & sociedade**, v. 12, n. 2, p. 307-323, 2009.

HUGGENBERGER, Peter; EPTING, Jannis (Ed.). **Urban geology: process-oriented concepts for adaptive and integrated resource management**. Springer Science & Business Media, 2011.

HUMMELL, Beatriz Maria de Loyola et al. Desastres naturais e vulnerabilidades socioambientais: o caso de Curitiba/Paraná/2009. 2018.

ILIEVA, Rositsa T.; MCPHEARSON, Timon. Social-media data for urban sustainability. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 10, p. 553-565, 2018.

JEONG, Gi Young et al. Applying unmanned aerial vehicle photogrammetry for measuring dimension of structural elements in traditional timber building. **Measurement**, v. 153, p. 107386, 2020.

JUNIOR, Milton Proença; DUENHAS, Rogério Allon. Cidades inteligentes e cidades sustentáveis: convergência de ações ou mera publicidade. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 9, n. 2, p. 317-328, 2020.

KAMINSKI, Gustavo. Avaliação da vulnerabilidade socioambiental em ambientes urbanos 2012 sensíveis / Gustavo Kaminski; orientador, Carlos Mello Garcias. – 2012.

KÖPPEN, William. 1931. Climatologia. México, Fundo de Cultura Econômica.

Kuinchtner, A; Camponogara, I; Trevisan, R, F. Adequação do uso e ocupação do solo urbano em função da declividade de vertentes em Santa Maria – RS. V Simpósio Nacional de Geomorfologia. UFSM – RS, 2004.

LOURENÇO, JOAQUIM CARLOS et al. Identificação de fatores de vulnerabilidade ambiental na floresta do louzeiro em Campina Grande-PB. **POLÊM! CA**, v. 12, n. 2, p. 274-283, 2013.

MALTA, F. Vulnerabilidade Socioambiental: Proposta Metodológica e Diagnóstico para o Município do Rio de Janeiro. **Rio de Janeiro: Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro**, 2018.

MENDONÇA, Francisco. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos a contingência climática. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 9, n. 1, p. 153-163, 2010.

MIRANDA, A.P. **Avaliação do Trabalho Policial nos Registros de Ocorrência e nos Inquéritos referentes a Homicídios Dolosos consumados em áreas de Delegacias Legais**. Relatório Final de Pesquisa. Rio de Janeiro, 2005.

MANSO, Leonardo Briza Paes. Cidades sustentáveis e inteligentes: tecnologias colaborativas de apoio à gestão urbana / L B P Manso – versão corr. – São Paulo, 2020.

MCGLONE, J. Chris (Editor), MIKHAIL, Edward M. (Editor), BETHEL, James S. (Editor), MULLEN, Roy (Contributor). **Manual of Photogrammetry**. Fifth Edition [Hardcover]. ASPRS: 2004.

MEDEIROS, C.N.; PINHEIRO, F.S.A.; SOUZA, G.M.; PINHEIRO, D.R.C. **Correlações espaciais entre Homicídios e concentração de aglomerados subnormais em Fortaleza / CE / Brasil**. Revista GeoUECE - Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE Fortaleza/CE, v.2, nº1, p.92-110, jan./jun.,2013. Disponível em <http://seer.uece.br/geouece>. Acesso em: 03 de jun. 2022.

MESQUITA, Edson Minarete Pacheco de. **Vulnerabilidade socioambiental: afetos e degradação ambiental no Conjunto Vila Velha, Fortaleza, Ceará. 2010**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)–Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.

MORAIS, Palloma Damascena et al. Vulnerabilidade socioambiental e a perspectiva de resiliência a desastres nas cidades da Região Nordeste do Brasil: João Pessoa, Recife e Maceió. 2020.

MOTTA, Diana; MATA, Daniel. A importância da cidade média. Os desafios do Desenvolvimento. IPEA, Ano 6 . Edição 47 – 2009.

NASCIMENTO, Débora de Oliveira. Mudanças climáticas e a vulnerabilidade socioambiental no semiárido do Brasil.

NASCIMENTO, Vânia Lima; DE LIMA, Eduardo Rodrigues Viana; SANTOS, Celso Augusto Guimarães. SIG na avaliação de áreas para ocupação urbana de João Pessoa-PB. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 1, p. 107-123, 2009.

OLIVEIRA BURITI, Catarina; BARBOSA, Humberto Alves. SECAS E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: A INSTITUCIONALIZAÇÃO DOS ESTUDOS CIENTÍFICOS E DAS POLÍTICAS HÍDRICAS NA REGIÃO.

- OLIVEIRA, L. F., & SILVA, L. S. (2022). **Impacto da urbanização na temperatura do ar em uma cidade tropical**. *Revista Brasileira de Climatologia*, 28, 1-12.
- OLIVEIRA, Marcelo Santos Oliveira **Gestão Territorial Baseada na Vulnerabilidade da Ocupação do Solo como Ferramenta de Desenvolvimento Municipal**. Florianópolis/SC, Sul do Brasil / Marcelo Santos Oliveira; orientador Jucilei Cordini. – Florianópolis, 2006.
- OLIVEIRA, Vinicius Junio. Proposta metodológica para classificação da vulnerabilidade socioambiental: um estudo de caso de Belo Horizonte. 2017.
- OLIVEIRA, Paulo Marcos Paiva de. Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano. 2022.
- PHILIPPI JR, A. CURSO DE GESTÃO AMBIENTAL. ED 2ª, Barueri: Manole, 2013
- PNUD. **Plataforma agenda 2030**, [s.d.]. Cidades e Comunidades sustentáveis. Disponível em < <http://www.agenda2030.com.br/ods/11/>>. Acesso em 09 de out de 2019.
- PUPPHACHAI, U., & ZUIDEMA, C. (2017). *Sustainability indicators: A tool to generate learning and adaptation in sustainable urban development*. *Ecological Indicators*, 72, 784–793. doi:10.1016/j.ecolind.2016.09.016.
- Ribeiro, M. B. (2013). **Climatologia**: Fundamentos e aplicações. Rio de Janeiro: Editora Elsevier.
- ROSA. R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 7 ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.
- ROSENDO, J. dos S. **Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na bacia do rio Araguari-MG-utilizando dados do sensor Modis**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2005.
- RUEDA, Salvador. Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano. **Madrid: Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica. Ministerio de Fomento**, 2012.
- SALDANHA, Eduardo Ercolani et al. Modelo de avaliação da sustentabilidade socioambiental. 2007.
- SAMPAIO DAGNINO, Ricardo; JUNIOR, Salvador Carpi. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, n. 2, 2007.
- SANTANA, Sheyla Aguilar. Geoprocessamento na modelagem parametrizada da paisagem territorial: aplicações da geovisualização na simulação da paisagem urbana. 2014.
- SANTOS, Juliete; DE OLIVEIRA, Leandro Antonio; DE SOUSA LOPES, José Lidemberg. A dimensão socioambiental urbana de Arapiraca/AL sob a perspectiva de indicadores de vulnerabilidade1. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 06, p. 2857-2873, 2020.
- SANTOS, K, A. **Modelagem do acompanhamento e controle de cheias em bacias hidrográficas de grande variação de altitude**: estudo de caso, bacia do Rio Mundaú /Keyla Almeida dos Santos - Recife: O Autor, 2013.
- SILVA, Alex Caetano da S586 Identificação das áreas de vulnerabilidade socioambiental mediante lógica fuzzy – estudo no município de Ponta Grossa, PR/ Alex Caetano da Silva, Ponta Grossa, 2013.
- SILVA, Daniel Carneiro. Evolução da Fotogrametria no Brasil. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 3, n. 2, p. 16, 2015.
- SILVA, Evander de Oliveira. Cidades resilientes: novos rumos para uma cidade do futuro. **JusBrasil**, 2014. Disponível em < <https://evanderoliveira.jusbrasil.com.br/artigos/152036518/cidades-resilientes-novos-rumos-para-uma-cidade-do-futuro>>. Acesso em 09 de out de 2019.

SILVA, Francisco Jonh Lennon Tavares; DE AQUINO, Cláudia Maria Sabóia. Problemática socioambiental urbana:: estado da arte a partir do simpósio nacional de geografia urbana (2013 e 2015). **GEOSABERES: Revista de Estudos Geoducacionais**, v. 9, n. 18, p. 1-11, 2018.

SILVA JÚNIOR, Juarez Antônio et al. Análise de acurácia altimétrica para dados ALOS PALSAR e ASTER GDEM para o município do Recife-PE. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 10, n. 2, p. 117-139, 2022.

SILVA, Leandro Pereira da; OLIVEIRA, Carlos Augusto de; RODRIGUES, João Paulo de Souza. Análise multitemporal da expansão urbana do município de Garanhuns. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, n. 1, p. 181-192, 2019.

SILVA, M, S, L; OLIVEIRA NETO, M, B. **Argissolos vermelho-amarelo**. EMBRAPA, 2021.

SILVA, V ; SOUSA, F ; CAVALCANTI, E.P. ; SOUZA, E ; DASILVA, B. B. Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Canada, v. 68, n. 68, p. 781-792, 2006.

SOARES, Antonio Benevides; SANTOS, CC dos; CAVALCANTI, Marcelo Antunes. Problemática socioambiental urbana na nascente Pau Amarelo em Garanhuns-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 5, p. 1140-1157, 2013.

SOUZA, S. B., & FERREIRA, L. G. (2011). **Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos**: um estudo por meio de sensoriamento remoto no município de Goiânia, Goiás (2002-2011). *Revista Confins*, 7(1), 1-15.

SOUZA, Marcelo Lopes de. A cidade como sistema aberto: uma abordagem para o planejamento urbano. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 25, n. 2, p. 223-237, 2013.

TIZ, Greicy Jhenifer T625d Desenvolvimento e aplicação de metodologia para a análise da vulnerabilidade socioambiental à cidade de Cascavel – Paraná / Greicy Jhenifer Tiz. -- Maringá, 2016.

UBIRAJARA, C. R. C. Garanhuns -PE: Ações Educativas e Dinâmica Socioespacial: Uma Análise Geo-Histórica das Relações Estabelecidas Entre Religião, Estado e Educação. Fortaleza, 2015. 306p. Tese (Doutorado em Geografia), UECE, Fortaleza.

VASCONCELOS, Ana Cecília Feitosa de. Indicadores de vulnerabilidade Socioambiental: proposição de framework e aplicação na cidade de Natal - RN / Ana Cecília Feitosa de Vasconcelos. - 2019.

VEIGA, José Eli da. Indicadores de sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 39-52, 2010.

ZARONI, M, J; ALMEIDA, E, P, C. **Neossolos regolíticos**. EMBRAPA, 2021.

Apêndices
Entrevista 1



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Departamento de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia

Questionário

Sua participação consiste em responder em preencher a tabela de “Matrizes de Julgamento”, baseado no método de análise hierárquica de processo, elencando, segundo seus conhecimentos, o nível de importância de cada elemento em relação a outro, estabelecendo notas de 1 a 9, onde mais próximo de 9, maior é sua relevância.

Sendo os valores intermediários uma classificação entre um e outro valor.	1- mesma importância
	3- importância um pouco maior
	5-importância medianamente maior
	7-maior importância
	9-importância muito maior

Matriz de Julgamento - Vulnerabilidade Ambiental									
Indicadores	Estrutura Geológica	Médias de Precipitação	Médias de Temperatura	Declividade	APPs	Uso e Ocupação da Terra	Índice de Cobertura Vegetal	Tipo e Característica pedológica	Riscos Ambientais*
Estrutura Geológica	1	1	7	9	8	1	8	1	9
Médias de Precipitação	1	1	3	9	8	8	8	1	9
Médias de Temperatura	0,1428571	0,333333333	1	9	7	8	8	1	9
Declividade	0,1111111	0,111111111	0,111111111	1	8	8	8	1	9
APPs	0,125	0,125	0,142857143	0,125	1	1	1	1	9
Uso e Ocupação da Terra	1	0,125	0,125	0,125	1	1	3	1	9
Índice de Cobertura Vegetal	0,125	0,125	0,125	0,125	1	0,33333333	1	1	9
Tipo e Característica pedológica	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Riscos Ambientais*	0,1111111	0,111111111	0,111111111	0,111111111	0,11111111	0,11111111	0,111111111	0,111111111	1

Matriz de Julgamento - Vulnerabilidade Social					
Matriz de Julgamento - Indicadores de Críticidade					
Indicadores	Estabelecimento de educação em etapa pré-escolar	Estabelecimento de educação em etapa Fundamental*	Estabelecimento de educação em etapa Médio*	Estabelecimento de ensino em nível superior*	Estabelecimentos Culturais*
Estabelecimento de educação em etapa pré-escolar	1	1	1	1	1
Estabelecimento de educação em etapa Fundamental*	1	1	1	1	1
Estabelecimento de educação em etapa Médio*	1	1	1	1	1
Estabelecimento de ensino em nível superior*	1	1	1	1	1
Estabelecimentos Culturais*	1	1	1	1	1
Matriz de Julgamento - Vulnerabilidade Social					
Matriz de Julgamento - Indicadores de Capacidade de Suporte					

Indicadores	Resíduos urbanos recolhidos	Bancos e caixas económicos*	Capacidade hoteleira*	Corporações de bombeiros	Ambulâncias	Área de influência de Hospitais	Companhias de seguros*	Farmácias*	Rede de serviços básicos	Proximidade das Paradas de Transporte Público
Resíduos urbanos recolhidos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bancos e caixas económicos*	1	1	1	3	3	7	1	3	7	3
Capacidade hoteleira*	1	1	1	5	5	9	1	3	9	3
Corporações de bombeiros	1	0,333333	0,2	1	1	7	1	1	5	1
Ambulâncias	1	0,333333	0,2	1	1	1	1	1		
Área de influência de Hospitais	1	0,142857	0,111111	0,142857	1	1	1	1	1	1
Companhias de seguros*	1	1	1	1	1	1	1	7	9	5

Farmácias*	1	0,333333	0,333333	1	1	1	0,142857	1	5	1
Rede de serviços básicos	1	0,142857	0,111111	0,2	1	1	0,111111	0,2	1	1
Proximidade das Paradas de Transporte Público	1	0,333333	0,333333	1	1	1	0,2	1	1	1

Entrevista 2



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Departamento de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia

Questionário

Sua participação consiste em responder em preencher a tabela de “Matrizes de Julgamento”, baseado no método de análise hierárquica de processo, elencando, segundo seus conhecimentos, o nível de importância de cada elemento em relação a outro, estabelecendo notas de 1 a 9, onde mais próximo de 9, maior é sua relevância.

Sendo os valores intermediários uma classificação entre um e outro valor.	1- mesma importância
	3- importância um pouco maior
	5-importância medianamente maior
	7-maior importância
	9-importância muito maior

Matriz de Julgamento - Vulnerabilidade Ambiental									
Indicadores	Estrutura Geológica	Médias de Precipitação	Médias de Temperatura	Declividade	APPs	Uso e Ocupação da Terra	Índice de Cobertura Vegetal	Tipo e Característica pedológica	Riscos Ambientais*
Estrutura Geológica	1	3	7	0,333333333	3	5	3	1	1
Médias de Precipitação	0,3333333	1	3	0,2	0,33333333	0,2	0,333333333	0,2	0,333333333
Médias de Temperatura	0,1428571	0,333333333	1	0,111111111	0,2	0,2	0,2	0,2	0,142857143
Declividade	3	5	9	1	9	3	5	3	1
APPs	0,3333333	3	5	0,111111111	1	1	1	0,2	0,2
Uso e Ocupação da Terra	0,2	5	5	0,333333333	1	1	1	0,2	0,2
Índice de Cobertura Vegetal	0,3333333	3	5	0,2	1	1	1	0,2	0,2
Tipo e Característica pedológica	1	5	5	0,333333333	5	5	5	1	1
Riscos Ambientais*	1	3	7	1	5	5	5	1	1

Matriz de Julgamento - Vulnerabilidade Social					
Matriz de Julgamento - Indicadores de Críticidade					
Indicadores	Estabelecimento de educação em etapa pré- escolar	Estabelecimento de educação em etapa Fundamental*	Estabelecimento de educação em etapa Médio*	Estabelecimento de ensino em nível superior*	Estabelecimentos Culturais*
Estabelecimento de educação em etapa pré- escolar	1	0,33333333	0,2	0,33333333	3
Estabelecimento de educação em etapa Fundamental*	3	1	0,33333333	5	5
Estabelecimento de educação em etapa Médio*	5	3	1	3	5
Estabelecimento de ensino em nível superior*	3	0,2	0,33333333	1	3
Estabelecimentos Culturais*	0,33333333	0,2	0,2	0,33333333	1

Matriz de Julgamento - Vulnerabilidade Social

Matriz de Julgamento - Indicadores de Capacidade de Suporte

Indicadores	Resíduos urbanos recolhidos	Bancos e caixas económicos*	Capacidade hoteleira*	Corporações de bombeiros	Ambulâncias	Área de influência de Hospitais	Companhias de seguros*	Farmácias*	Rede de serviços básicos	Proximidade das Paradas de Transporte Público
Resíduos urbanos recolhidos	1	9	5	0,333333	0,333333	0,333333	5	3	1	5
Bancos e caixas económicos*	0,111111	1	0,2	0,111111	0,111111	0,111111	0,2	0,2	0,111111	0,333333
Capacidade hoteleira*	0,2	5	1	0,333333	0,333333	0,2	3	0,333333333	0,2	3
Corporações de bombeiros	3	9	3	1	0,333333	0,333333	5	5	0,333333	5
Ambulâncias	3	9	3	3	1	1	3	5	0,333333	9
Área de influência de Hospitais	3	9	5	3	1	1	5	9	1	9

Companhias de seguros*	0,2	5	0,333333	0,2	0,333333	0,2	1	0,2	0,111111	0,333333
Farmácias*	0,333333	5	3	0,2	0,2	0,111111	5	1	0,333333	5
Rede de serviços básicos	1	9	5	3	3	1	9	3	1	9
Proximidade das Paradas de Transporte Público	0,2	3	0,333333	0,2	0,111111	0,111111	3	0,2	0,111111	1

Entrevista 3



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Departamento de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia

Questionário

Sua participação consiste em responder em preencher a tabela de “Matrizes de Julgamento”, baseado no método de análise hierárquica de processo, elencando, segundo seus conhecimentos, o nível de importância de cada elemento em relação a outro, estabelecendo notas de 1 a 9, onde mais próximo de 9, maior é sua relevância.

Sendo os valores intermediários uma classificação entre um e outro valor.	1- mesma importância
	3- importância um pouco maior
	5-importância medianamente maior
	7-maior importância
	9-importância muito maior

Matriz de Julgamento - Vulnerabilidade Ambiental									
Indicadores	Estrutura Geológica	Médias de Precipitação	Médias de Temperatura	Declividade	APPs	Uso e Ocupação da Terra	Índice de Cobertura Vegetal	Tipo e Característica pedológica	Riscos Ambientais*
Estrutura Geológica	1	6	9	9	6	7	6	6	7
Médias de Precipitação	0,1666667	1	9	7	7	9	9	5	9
Médias de Temperatura	0,1111111	0,111111111	1	5	8	9	9	6	5
Declividade	0,1111111	0,142857143	0,2	1	5	9	9	9	9
APPs	0,1666667	0,142857143	0,125	0,2	1	6	9	6	6
Uso e Ocupação da Terra	0,1428571	0,111111111	0,111111111	0,111111111	0,16666667	1	9	9	9
Índice de Cobertura Vegetal	0,1666667	0,111111111	0,111111111	0,111111111	0,111111111	0,111111111	1	9	9
Tipo e Característica pedológica	0,1666667	0,2	0,166666667	0,111111111	0,16666667	0,111111111	0,111111111	1	9
Riscos Ambientais*	0,1428571	0,111111111	0,2	0,111111111	0,16666667	0,111111111	0,111111111	0,111111111	1

Matriz de Julgamento - Vulnerabilidade Social					
Matriz de Julgamento - Indicadores de Críticidade					
Indicadores	Estabelecimento de educação em etapa pré- escolar	Estabelecimento de educação em etapa Fundamental*	Estabelecimento de educação em etapa Médio*	Estabelecimento de ensino em nível superior*	Estabelecimentos Culturais*
Estabelecimento de educação em etapa pré- escolar	1	3	5	6	6
Estabelecimento de educação em etapa Fundamental*	0,33333333	1	3	3	1
Estabelecimento de educação em etapa Médio*	0,2	0,33333333	1	3	3
Estabelecimento de ensino em nível superior*	0,16666667	0,33333333	0,33333333	1	1
Estabelecimentos Culturais*	0,16666667	1	0,33333333	1	1

Matriz de Julgamento - Vulnerabilidade Social										
Matriz de Julgamento - Indicadores de Capacidade de Suporte										
Indicadores	Resíduos urbanos recolhidos	Bancos e caixas económicos*	Capacidade hoteleira*	Corporações de bombeiros	Ambulâncias	Área de influência de Hospitais	Companhias de seguros*	Farmácias*	Rede de serviços básicos	Proximidade das Paradas de Transporte Público
Resíduos urbanos recolhidos	1	2	7	9	9	9	3	9	9	9
Bancos e caixas económicos*	0,5	1	9	3	3	3	3	7	3	9
Capacidade hoteleira*	0,142857	0,111111	1	7	7	7	3	6	8	7
Corporações de bombeiros	0,111111	0,333333	0,142857	1	6	7	3	3	8	7
Ambulâncias	0,111111	0,333333	0,142857	0,166667	1	8	3	7	1	1
Área de influência de Hospitais	0,111111	0,333333	0,142857	0,142857	0,125	1	4	9	9	9
Companhias de seguros*	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,25	1	3	3	3
Farmácias*	0,111111	0,142857	0,166667	0,333333	0,142857	0,111111	0,333333	1	1	5

Rede de serviços básicos	0,111111	0,333333	0,125	0,125	0,142857	0,111111	0,333333	1	1	7
Proximidade das Paradas de Transporte Público	0,111111	0,111111	0,142857	0,142857	1	0,111111	0,333333	0,2	0,142857	1