



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**GIOVANNA DE CASTRO SILVA**

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE DE VULNERABILIDADE  
SOCIOAMBIENTAL DO BAIXO CURSO DO RIO MARANGUAPINHO –  
FORTALEZA-CE**

**FORTALEZA**

**2019**

GIOVANNA DE CASTRO SILVA

GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE DE VULNERABILIDADE  
SOCIOAMBIENTAL DO BAIXO CURSO DO RIO MARANGUAPINHO -  
FORTALEZA - CE

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Geografia.  
Orientador: Prof. Dr. Jader de Oliveira Santos.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S58g Silva, Giovanna de Castro.  
Geoprocessamento aplicado à análise de vulnerabilidade socioambiental do baixo curso do rio Maranguapinho – Fortaleza-CE / Giovanna de Castro Silva. – 2019.  
84 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Geografia, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. Jader de Oliveira Santos.
1. Vulnerabilidade Social. 2. Geoprocessamento. 3. Vulnerabilidade ambiental. I. Título.

CDD 910

---

GIOVANNA DE CASTRO SILVA

GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE DE VULNERABILIDADE  
SOCIOAMBIENTAL DO BAIXO CURSO DO RIO MARANGUAPINHO -  
FORTALEZA-CE

Monografia apresentada ao Curso de  
Graduação em Geografia da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial à  
obtenção do título de bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Jader de Oliveira Santos

Aprovada em: 18/12/2019.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Jader de Oliveira Santos (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Francisco Davy Braz Rabelo  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, que sempre me deu forças e  
persistência para continuar.

Aos meus Pais, Rosaly de Castro Silva e  
Francisco Nilson Escóssio da Silva por terem  
sido meus maiores patrocinadores da vida.

E aos meus familiares, irmãos, sobrinhos e  
amigos da vida e da UFC.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pelo seu amor incondicional e por toda a sua infinita bondade. É a ele que desejo a minha maior gratidão por tudo que conquistei até hoje e pelo que sou e o que tenho.

A minha família, ao meu pai Francisco Nilson, por ser um homem exemplar, trabalhador e honesto. Em especial minha mãe Rosaly, uma mulher digna e guerreira que apesar de todos os percalços da vida, nunca faltou incentivos, sejam financeiros, espirituais e morais e principalmente o amor e a dedicação.

Aos meus irmãos: Gleryston, Nilson, Glairton e em especial o meu irmão Glaison, (pelas idas a campo), por todas as ajudas destinadas a mim. E por todos os demais membros e parentes da família pelo carinho, confiança e pelos incentivos.

Ao meu namorado e amigo Carlos Henrique, por todo carinho, compreensão e pela sua disponibilidade em sempre me ajudar.

Agradeço de coração aos meus amigos que a vida e a graduação me trouxeram em especial a Cainã Viana, uma grande amiga do ensino médio que levarei para toda a vida. Obrigada pela sua amizade, por todo o seu carinho, companheirismo, admiração e disponibilidade em ajudar sempre. E aos demais amigos (as): Igor Gomes, Josiane Moraes e Thais Marques por terem tornando minha vida mais leve e por ter contribuído bastante para minha formação humana.

Ao José Matheus da Rocha Marques, que tem uma fundamental importância na construção deste trabalho, agradeço pela sua disponibilidade em ajudar sempre, pelo fornecimento de dados, pela paciência e por todas as orientações necessárias na construção dessa pesquisa.

Ao meu orientador Professor Jader de Oliveira Santos, pelas orientações fornecidas, disponibilidade, paciência e pelos auxílios da pesquisa.

Ao Professor, coordenador do laboratório, orientador da bolsa de iniciação científica e amigo Edson Vicente da Silva pelos incentivos, pelos apoios e pelas grandes contribuições de aprendizagem durante minha vida acadêmica.

Ao professor e mestre Francisco Davy Braz Rabelo, por todos os auxílios dados durante minha graduação e melhoramento desta pesquisa, bem como pelos conselhos e contribuições intelectuais.

Agradeço também a mestra Joalana Araújo Macêdo por ter me incentivado e ajudado sempre nos momentos que eu precisei de apoio, pelo auxílio da pesquisa e pelo fornecimento de materiais de estudos.

Aos meus amigos e companheiros da graduação, Luana Alves e Kaio Oliveira pelos trabalhos de equipes, pelas risadas, pelas experiências, alegrias e angústias vividas. E em especial ao Samuel Nobre e a Letícia Lima, meus parceiros de artigos, prosas, conversas e risos frouxos compartilhados pelo departamento e laboratórios.

E aos companheiros e amigos do Laboratório de Geoecologia das Paisagens e Planejamento Ambiental (LAGEPLAN), por todas as oportunidades de pesquisa, pelas trocas de conhecimentos, conversas e experiências. Além de ter sido espaço que contribuiu para minha formação complementar, pelas atividades e oportunidades de bolsas que tive durante a graduação e pela ampliação de novos horizontes.

Agradeço também a Empresa Júnior do curso de Geografia a Geomaps Consultoria, por ter me proporcionado grandes oportunidades, desafios e aprendizagens constantes durante minha graduação.

Enfim, a todos(as) que colaboraram em minha caminhada de alguma forma, direta ou indiretamente para minha formação acadêmica e humana.

*“A história de todas as grandes civilizações galácticas tende a atravessar três fases distintas e identificáveis – as da sobrevivência, da interrogação e da sofisticação, também conhecidas como as fases do como, do porquê e do onde.”*

ADAMS, Douglas. Livro: **O guia do mochileiro das galáxias**. 1979.

## RESUMO

A vulnerabilidade socioambiental está relacionada a uma desigualdade que pode ser expressa por um caráter ambiental e socioeconômico. De forma geral, as vulnerabilidades sociais e ambientais estão associadas às áreas e a grupos que se encontram em situações de certos riscos e insalubridades, tanto naturais, sociais e ambientais variadas. Para isso, o uso do Geoprocessamento torna-se uma ferramenta eficaz para a espacialização, operacionalização e para o tratamento de dados específicos, bem como a principal contribuição para os estudos de vulnerabilidade, em potencial para a prevenção e até mesmo a mitigação de determinados riscos. Neste interim, o estudo tem por finalidade analisar através da espacialização a vulnerabilidade socioambiental dos (seis) bairros: Autran Nunes, Antônio Bezerra, Dom Lustosa, Henrique Jorge, João XXIII e Parque Genibaú, estes compreendem o baixo curso do rio Maranguapinho, localizado no setor oeste da cidade de Fortaleza, no estado do Ceará. Buscou-se utilizar tanto dados primários e secundários, com amparo metodológico em revisões bibliográficas e materiais cartográficos referente a área de estudo, com auxílio de técnicas de geoprocessamento para a geração dos índices estatístico de vulnerabilidade social, ambiental e socioambiental (IVS, IVA e IVSA), das áreas mais vulneráveis socialmente e ambientalmente à ocupação humana, bem como a determinados riscos. Adotaram-se os setores censitários como análise espacial e totalizaram cerca de 201 setores, incorporados nos limites e distribuídos pelo bairros. Verificaram-se uma correlação de populações de alta vulnerabilidade sociais e ambientais, bem como uma distribuição diferenciada e desigual entre os bairros que compõem o segmento do Baixo Curso do Rio Maranguapinho, advindas dos processos de desenvolvimento desordenados de uso e ocupação dos mesmos. Enfatizam-se a necessidade de associações de fatores sociais, naturais e ambientais integradas, além da importância da realização de diagnósticos socioambientais com ênfase nos estudos da vulnerabilidade e da sua distribuição espacial no meio urbano, para fins de gestão e planejamento urbano-ambiental.

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade Social. Geoprocessamento. Vulnerabilidade ambiental.

## ABSTRACT

Socio-environmental vulnerability is related to an inequality that can be expressed by an environmental and socio-economic character. In general, social and environmental vulnerabilities are associated with areas and groups that find themselves in situations of certain risks and insalubrity, both natural, social and environmental. To this end, the use of Geoprocessing becomes an effective tool for the spatialization, operationalization and treatment of specific data, as well as the main contribution to vulnerability studies, in potential for the prevention and even mitigation of certain risks. In the meantime, the study aims to analyze through spatialization the socio-environmental vulnerability of the (six) neighborhoods: Autran Nunes, Antônio Bezerra, Dom Lustosa, Henrique Jorge, João XXIII and Parque Genibaú, these comprise the low course of the Maranguapinho River, located in the western sector of the city of Fortaleza, in the state of Ceará. We sought to use both primary and secondary data, with methodological support in bibliographic reviews and cartographic materials referring to the study area, with the help of geoprocessing techniques for the generation of statistical indexes of social, environmental and socio-environmental vulnerability (SVI, EVI and SEVI), of the most socially and environmentally vulnerable areas to human occupation, as well as certain risks. The census sectors were adopted as a spatial analysis and totaled about 201 sectors, incorporated in the boundaries and distributed throughout the neighborhoods. The need for integrated associations of social, natural and environmental factors is stressed, in addition to the importance of socio-environmental diagnoses with emphasis on studies of vulnerability and its spatial distribution in the urban environment, for purposes of urban-environmental management and planning.

**Keywords:** Social Vulnerability. Geoprocessing. Environmental Vulnerability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bacias Hidrográficas de Fortaleza - CE.....	16
Figura 2 – Localização da área de estudo dos bairros que compreendem a delimitação no Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza - CE.....	22
Figura 3 – Exemplo de modelos de dados de um SIG (matricial e vetorial).....	38
Figura 4 – Arquitetura de Sistema de Informação Geográfica - SIG.....	39
Figura 5 – Fluxograma metodológico e operacional para o desenvolvimento da pesquisa.....	41
Figura 6 – Índice de Vulnerabilidade Social dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza - CE.....	49
Figura 7 – Recorte do bairro Genibaú com maiores setores censitário correspondente à alta vulnerabilidade social.....	55
Figura 8 – Recorte do bairro Autran Nunes com maiores setores censitário correspondente à alta vulnerabilidade social.....	55
Figura 9 – Recorte do bairro Dom Lustosa com maiores setores censitários que correspondem à baixa e média vulnerabilidade social.....	56
Figura 10 – Recorte do bairro Antônio Bezerra com maiores setores censitários que correspondem à baixa e média vulnerabilidade social.....	56
Figura 11 – Recorte do bairro João XXIII com setores censitários que correspondem a uma maior média-baixa vulnerabilidade social.....	57
Figura 12 – Recorte do bairro Henrique Jorge com setores censitários que correspondem a uma maior média-baixa vulnerabilidade social.....	57
Figura 13 – Sistemas ambientais dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza - CE.....	58
Figura 14 – Tipos de solos dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza - CE.....	61
Figura 15 – Uso e ocupação dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza - CE.....	63

Figura 16 – Índice de Vulnerabilidade Ambiental dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza – CE.....	65
Figura 17 – Índice de Vulnerabilidade Socioambiental dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza – CE.....	67
Figura 18 – Caracterização de alguns padrões de residências e ocupações dos bairros Autran Nunes e João XXIII correspondente à classe de alta e média vulnerabilidade socioambiental.....	68
Figura 19 – Caracterização de alguns padrões de residências e ocupações dos bairros Genibaú e Antônio Bezerra correspondente à classe de alta e média vulnerabilidade socioambiental.....	69
Figura 20 – Caracterização de alguns padrões de residências e ocupações dos bairros Henrique Jorge e Dom Lustosa correspondentes à classe de alta e média vulnerabilidade socioambiental.....	70

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos bairros do Baixo Curso do rio Maranguapinho.....	19
Quadro 2	– Indicadores utilizados na construção do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).....	43
Quadro 3	– Classificação do Índice de Vulnerabilidade Social dos bairros em análise.....	45
Quadro 4	– Níveis de estabilidade de ambientes conforme a Ecodinâmica de Tricart (1977).....	46
Quadro 5	– Índices de Vulnerabilidade Ambiental.....	47
Quadro 6	– Classes do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.....	48
Quadro 7	– Dimensões de renda por domicílio dos bairros que compõem o Baixo Curso do rio Maranguapinho.....	52
Quadro 8	– Indicadores relativos à dimensão de educação dos bairros que compõem o Baixo Curso do rio Maranguapinho.....	53
Quadro 9	– Indicadores relativos à dimensão de situação de situação social nos bairros que compõem o Baixo Curso do rio Maranguapinho.....	54
Quadro 10	– Características gerais dos sistemas ambientais que predominam nos bairros do segmento do Baixo Curso do rio Maranguapinho.....	60

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Dimensões de habitação e saneamento em porcentagem dos bairros que compõem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho.....	51
-----------	--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIS	Área de Inundação Sazonal
APP	Área de Proteção Permanente
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
COEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
DRENURB	Programa de Drenagem Urbana de Fortaleza
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPLANFOR	Instituto de Planejamento de Fortaleza
IVA	Índice de Vulnerabilidade Ambiental
IVN	Índice de Vulnerabilidade Natural
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
IVSA	Índice de Vulnerabilidade Socioambiental
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PROMURB	Projeto de Melhorias Urbana e Ambiental do Rio Maranguapinho
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
SEFIN	Secretaria de Finanças do Município de Fortaleza
SEINF	Secretaria Municipal de Infraestrutura de Fortaleza
SEMAS	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SEUMA	Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente do Município de Fortaleza
SIG	Sistema de Informação Geográfica
VCANS	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZPA	Zona de Preservação Ambiental dos Recursos Hídricos
ZRA	Zona de Recuperação Ambiental
ZRU	Zona de Requalificação Urbana

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1. Objetivos.....	18
1.2. Justificativa.....	18
1.3. Área de estudo .....	20
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>27</b>
2.1. A noção de riscos ambientais na compreensão da vulnerabilidade.....	27
2.2. Vulnerabilidade .....	28
2.2.1. <i>Vulnerabilidade Social</i> .....	30
2.2.2. <i>Vulnerabilidade Ambiental</i> .....	32
2.2.3. <i>Vulnerabilidade Socioambiental</i> .....	35
2.3. Geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas.....	36
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS.....</b>	<b>39</b>
3.1. Índices de Vulnerabilidade Social (IVS) .....	42
3.2. Sistemas Ambientais e Índice de Vulnerabilidade Ambiental e Socioambiental.....	45
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>48</b>
4.1. Índice de Vulnerabilidade Social.....	48
4.2. Índice de Vulnerabilidade Ambiental.....	57
4.3. Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.....	66
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>71</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de expansão urbana tornou-se bastante significativo nas últimas décadas, compreendendo o período das grandes revoluções industriais no final do século XVIII, quando verificou-se um crescimento acelerado das cidades. Esse processo que culmina a nível mundial a saída da população do meio rural para o meio urbano, trazendo inúmeras consequências, principalmente problemas de cunho ambiental.

No Brasil, a partir da segunda metade do século XX o crescimento urbano também aconteceu de forma acelerada, como em escalas também mundial, com diferentes níveis de intensidade. Conforme, o Censo de 1980 (IBGE, 1980; 2010), o país já registrava uma população urbana superior à rural, chegando em 2010, a uma taxa de urbanização bastante densificada de 84,36%.

Maricato (2003) enfatiza em seus estudos que é a partir da década de 1980 que as periferias urbanas cresceram mais do que os núcleos ou municípios centrais nas metrópoles brasileiras, expressando grandes segregações espaciais e ambientais, configurando-se grandes homogeneidades de disseminação da pobreza.

As cidades brasileiras em seu processo de ocupação não levaram muito em consideração o uso e a ocupação dos solos, trazendo assim inúmeras consequências ambientais, como os assoreamentos dos rios, provocada pela erosão decorrente da retirada da cobertura vegetal, degradação de dunas, planícies fluviais, lacustres e fluviomarinhas. A impermeabilização da superfície acaba ocasionando desregularidades no escoamento superficial do solo, criando desequilíbrios emergentes em ambientes de maiores fragilidades ambientais. Esses problemas, de acordo com Reis (2016) em sua maioria, estão associados ao crescimento populacional desordenado, devido à ausência de uma gestão eficaz de planejamento territorial.

Segundo Dantas *et al.* (2010), foi precisamente na década de 1960 que o processo de urbanização de Fortaleza e da RMF (Região Metropolitana de Fortaleza) ocorreu de forma mais intensa. Atualmente, Fortaleza polariza a sua região metropolitana, segundo o Censo Demográfico do IBGE (2010), é considerada a 5ª maior aglomeração urbana no Brasil, em termos de população, com densidade demográfica de 7786,44 hab/km<sup>2</sup>. Totaliza-se uma população estimada de 2.669.342 de habitantes, segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). Diante disso, considera-se que a cidade de Fortaleza, mostra-se macrocefálica em relação à urbanização. Surgem principais problemas que a cidade passa

atualmente decorrente de degradações ambientais, além de poucas políticas públicas sustentáveis.

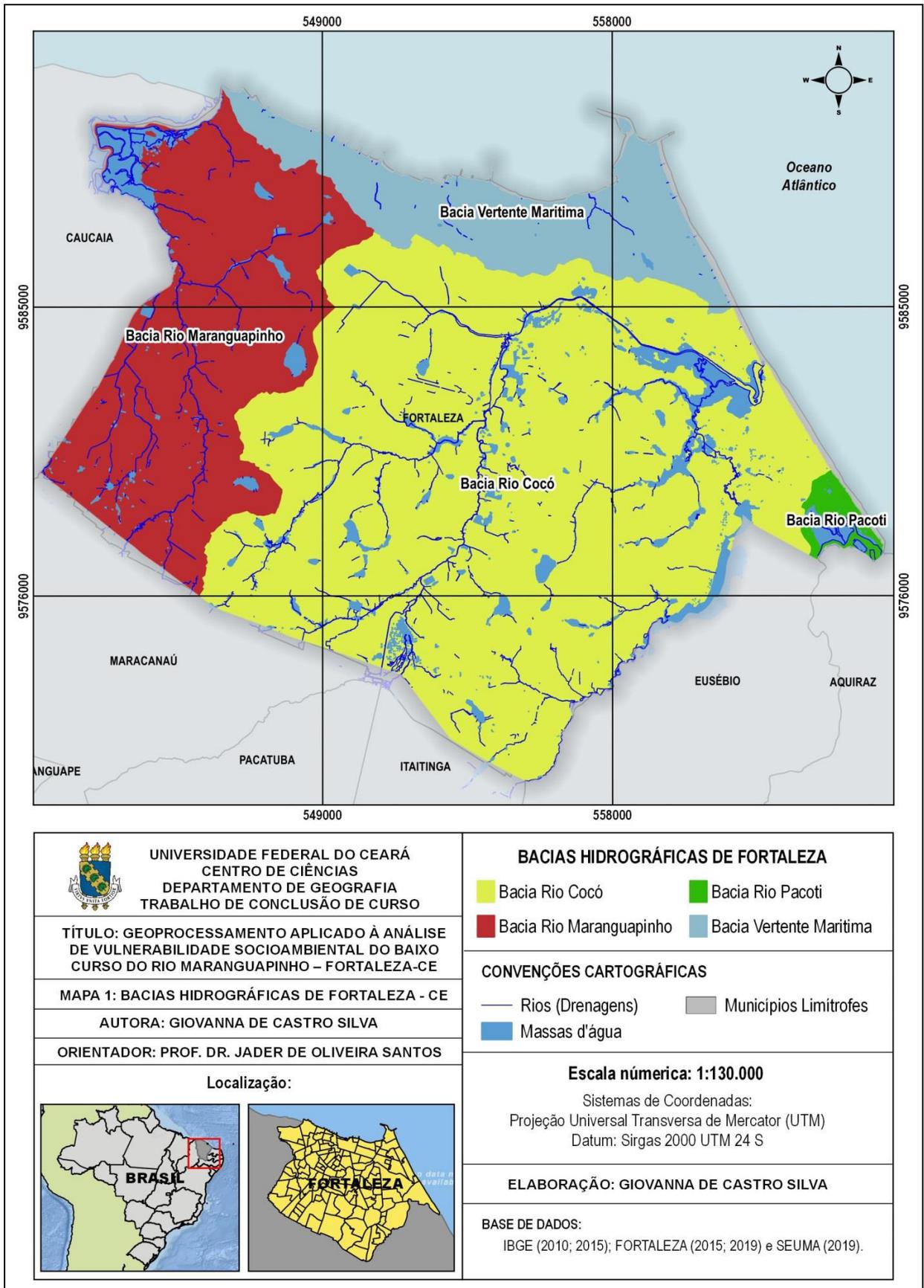
Diante dessa problemática associada às ocupações irregulares em ambientes fragilizados, surgem os riscos socioambientais, que atingem essas áreas mais ambientalmente inseguras, que também são consideradas como áreas comumente, constituídas por ambientes protegidos ou não legalmente e conforme Santos (2016) enfatiza:

Há precariedade do controle e fiscalização ambiental, favorecendo a ocupação irregular, realidade facilmente verificada nas planícies fluviais de Fortaleza e região metropolitana – RMF, desencadeando riscos relacionados a enchentes e inundações (SANTOS, 2016, p. 08).

As áreas de ambientes fluviais urbanos, como margens de rios e lagoas, mangues e dunas são de fato lugares mais propícios às ocupações, normalmente por populações que possuem certas vulnerabilidades socioeconômicas, onde se distribui em ambientes mais instáveis geomorfologicamente, promovendo e agravando degradações desses ambientes e favorecendo o surgimento de áreas de riscos ambientais. Grande parte dos rios urbanos brasileiros são desprovidos de cuidados necessários para a sua preservação e conservação.

O município de Fortaleza é drenado por quatro bacias hidrográficas: a do rio Cocó (responsável por 70% da drenagem do território), Sistema Hidrográfico dos rios Ceará-Maranguapinho, bacia do rio Pacoti e bacia da Vertente Marítima (Figura 1). De acordo com Cunha (2003), as bacias são unidades dinâmicas, sendo sujeitas às interferências advindas do funcionamento dos processos naturais e das atividades socioeconômicas associadas.

Figura 1- Bacias Hidrográficas de Fortaleza – CE.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

As bacias hidrográficas urbanas estão associadas a inúmeros impactos e torna-se palco de sérios problemas socioambientais, repercutindo na qualidade de vida das populações residentes. Em todo o perfil longitudinal de determinada bacia, corresponde a inúmeros processos de uso e ocupação, diferenciando em paisagens diversas e modificadas.

A ocupação do Baixo Rio Maranguapinho, conforme Sales (2004) é composto por uma parcela da população do município que foi excluída do processo de produção da cidade, devido à baixa capacidade de consumo da mesma. Neste interim, o estudo se detém no Baixo Curso do Rio Maranguapinho, compreendendo (seis) bairros do setor oeste da cidade de Fortaleza, dos quais são: Autran Nunes, Antônio Bezerra, Dom Lustosa, Henrique Jorge, João XXIII e Parque Genibaú.

Para alcançar determinados objetivos acerca desta problemática urbana, a vulnerabilidade, conforme Cutter (2003), contribui para o entendimento de certas circunstâncias que põe pessoas sob riscos e faz compreender condicionantes que contribuem para diminuição da capacidade que certos ambientes tem para enfrentar ameaças, ou seja, o caráter de resiliência.

A forte densidade populacional direcionado ao lado oeste de Fortaleza se deu de forma de grandes contrastes sociais e ambientais. Portanto, se tornou um dos lugares de piores índices de qualidade de vida, tornando as proximidades do rio Maranguapinho como o setor urbano mais afetado, devido às apropriações desordenadas que se sucederam ao longo de seu processo de ocupação, no final do século XX.

Assim, tem sido recorrente e importante o desenvolvimento de análises e métodos que busquem espacializar e operacionalizar os variados graus de vulnerabilidade e riscos sociambientais de uma dada localidade. Compreende-se que determinadas técnicas e aplicações enfatizam de modo eficaz essas análises, como o geoprocessamento, que de acordo com Delgado (2011) possibilita a geração de produtos e insumos digitais básicos, como os mapas temáticos aplicados para análises ou inquirições de determinadas problemáticas ambientais.

Este trabalho de conclusão de graduação tem como finalidade também na obtenção do título de bacharel em Geografia. Do qual consiste em uma pesquisa que envolve uma dimensão social e ambiental a partir de uma perspectiva geográfica.

Visando o alcance de análise dessas questões, a monografia foi estruturada em 5 capítulos do qual o primeiro tem-se a introdução e uma breve contextualização da

problemática urbana a nível nacional e local, para a cidade de Fortaleza, seguido da problemática e justificativas que levaram ao desenvolvimento da pesquisa, bem como os principais objetivos e uma caracterização da área de estudo. O segundo apresenta o referencial teórico do qual tomou-se como apropriação do principais conceitos e bases teóricas que deram suporte a compreensão da pesquisa.

O terceiro capítulo visa os principais procedimentos metodológicos e operacionais que conduziram a pesquisa. O quarto apresenta e discute os principais resultados obtidos, com base na elaboração do mapas de cada índice elaborado. E o quinto capítulo corresponde as considerações finais e os principais desdobramentos do estudo.

## **1.1 Objetivos**

### **Geral:**

- Analisar a vulnerabilidade socioambiental dos bairros Autran Nunes, Antônio Bezerra, João XXIII, Parque Genibaú, Dom Lustosa e Henrique Jorge, que compreendem o baixo curso do Rio Maranguapinho, localizado na cidade de Fortaleza no estado do Ceará.

### **Específicos:**

- Aplicar um índice estatístico (IVS) das áreas mais vulneráveis socialmente e ambientalmente à ocupação humana nos bairros do Baixo Curso do rio Maranguapinho;
- Relacionar a questão do índice de vulnerabilidade social (IVS) com o índice de vulnerabilidades ambiental (IVA) a fim de compreender as áreas mais susceptíveis aos riscos;
- Espacializar através de mapeamentos as áreas de maiores vulnerabilidades socioambientais.

## **1.2 Justificativa**

A escolha da área de estudo concentrou-se no setor sudoeste de Fortaleza, onde ocorrem grandes problemas e vulnerabilidades socioambientais. Dentre os principais, consistem na carência de saneamento básico e infraestruturas urbanas e diversos outros problemas que ocorrem desde tempos remotos de sua ocupação.

Os bairros em análise, ainda apresentam de fato, um conjunto de segregações socioespaciais, níveis significativos de pobreza e violência urbana, Além de ocupações irregulares que ocorrem ao longo das margens e das áreas protegidas (APP), favorecendo

maiores exposições aos perigos naturais, criando áreas de riscos. Embora houvessem alguns melhoramentos urbanos associados a essas áreas, melhorando a qualidade de vida dessas populações, os problemas de vulnerabilidade ainda persistem no contexto atual.

Segundo o Anuário do Ceará (2019), os bairros localizados no Baixo Curso do Rio Maranguapinho, possuem em média um IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), em torno de 0,258 conforme o censo de 2010 (Quadro 1).

Quadro 1 – Índice de Desenvolvimento Humano – (IDH) dos bairros do baixo curso do rio Maranguapinho.

<b>ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO DOS BAIROS DO BAIXO CURSO DO RIO MARANGUAPINHO (BBCRM)</b>			
<b>BAIROS</b>	<b>INDICADOR (IDH)</b>	<b>REGIONAL</b>	<b>GRAU DE CLASSIFICAÇÃO</b>
ANTONIO BEZERRA	0,348	REG III	BAIXO
AUTRAN NUNES	0,182	REG III	MUITO BAIXO
DOM LUSTOSA	0,320	REG III	BAIXO
GENIBAÚ	0,139	REG V	MUITO BAIXO
HENRIQUE JORGE	0,341	REG III	BAIXO
JOÃO XXIII	0,284	REG III	BAIXO

**Fonte:** Anuário do Ceará (2019). Adaptado pela autora (2019).

Conforme o Plano Diretor Participativo de Fortaleza (2009) os bairros localizados no Baixo Curso do Rio Maranguapinho, configura-se em Zonas de Requalificação Urbana (ZRU 1). Segundo essa classificação, essas zonas são oficialmente reconhecidas como desprovidas de infraestruturas urbanas e de serviços.

Neste cenário problemático, as áreas no entorno do Baixo Rio Maranguapinho, passa por diferentes processos de ocupações urbanas desordenadas, trazendo assim grandes impactos que compromete a qualidade ambiental. É importante destacar que é necessário que as intervenções antrópicas considerem a estrutura natural dos territórios, para a fim de amenizar os diversos problemas socioambientais, que associado a uma pouca estrutura de saneamento básico, tomam proporções maiores (FORTALEZA, 2015).

Atualmente, segundo os estudos do novo plano de gestão ambiental do Projeto Fortaleza 2040 (2017):

O que mais se verifica em Fortaleza é o despejo de esgoto nas galerias de águas pluviais, cujos destinos finais são os rios, riachos, lagoas e o mar de Fortaleza, comprometendo fortemente a qualidade ambiental e aumentando o risco de doenças hidricamente veiculadas, principalmente as doenças de vetores (FORTALEZA, 2017, p.53).

Diante disso, surgem os principais questionamentos desta pesquisa, Quais os bairros em que apresentam maiores índices de vulnerabilidade social? Que relações essas principais áreas vulneráveis socialmente estabelecem com as áreas mais vulneráveis ambientalmente à ocupação humana nos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho?

De acordo com o Iplanfor (2016), no período de dez anos, compreendendo de 2004 a 2014, as áreas naturais de Fortaleza reduziram de 35,6% do território para apenas 21%. A partir de alguns estudos analisados do Baixo Curso do Rio Maranguapinho durante os últimos anos, faz-se necessário um maior enfoque também nas principais mudanças que se sucederam ao longo do processo de requalificação ambiental e urbana que os bairros analisados passaram.

É importante analisar a questão do Baixo Rio Maranguapinho a partir de uma visão integrada, tanto em seus aspectos sociais e ambientais. As análises ambientais permitem um esforço da compreensão das diversas complexidades presentes na paisagem, a partir da análise de certas vulnerabilidades, principalmente na questão do uso e ocupação do solo.

### **1.3 Caracterização do uso, ocupação e condições ambientais da área de estudo – Baixo Curso do Rio Maranguapinho**

A área estudada compreende o segmento do baixo curso do rio Maranguapinho, na cidade de Fortaleza, estado do Ceará. Os bairros são: Antônio Bezerra, Autran Nunes, Henrique Jorge, Parque Genibaú, Dom Lustosa e João XXIII (Figura 2).

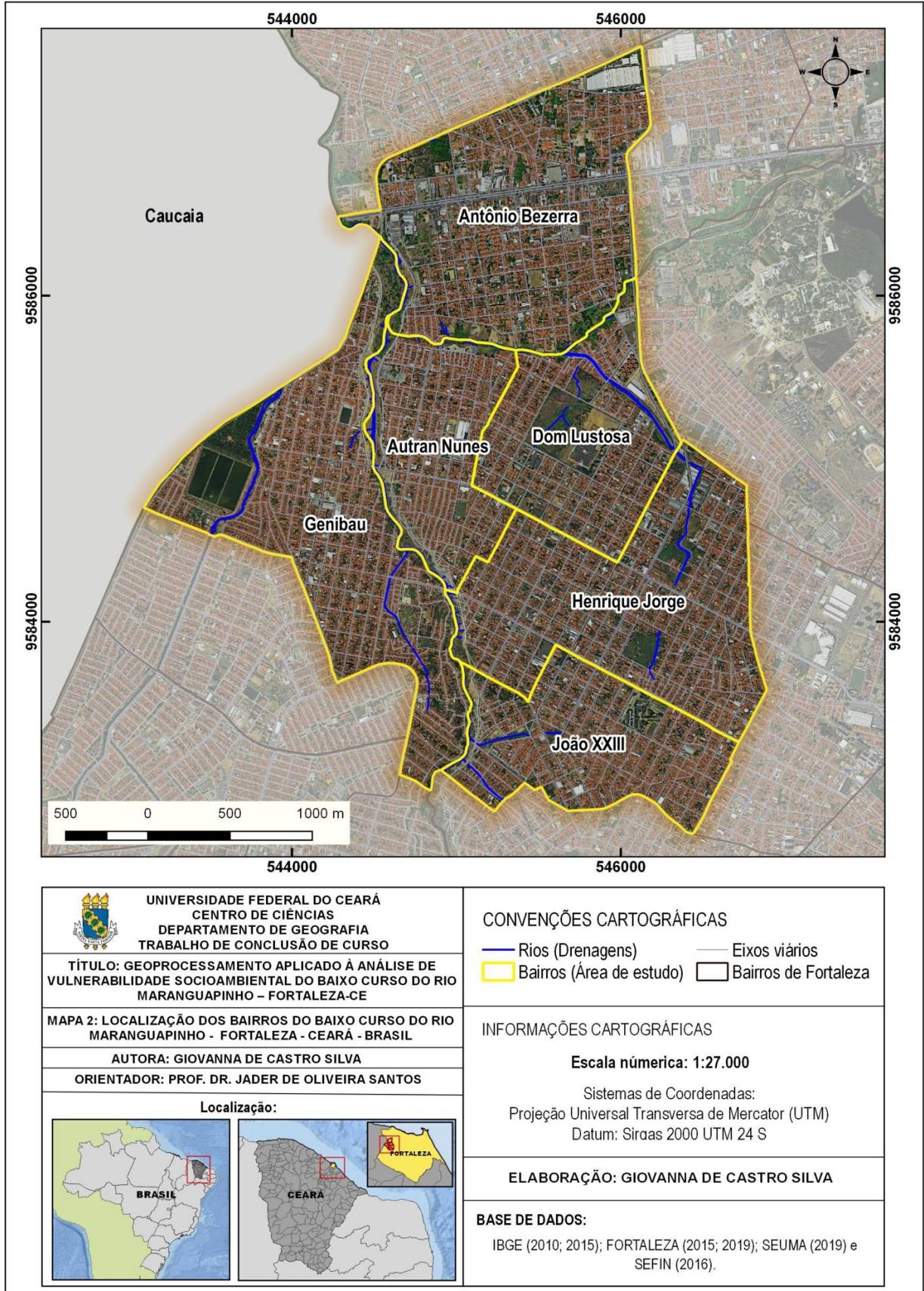
O rio Maranguapinho tem suas nascentes na serra de Maranguape, com o nome de Pirapora e Gavião. É considerado como o maior afluente do rio Ceará, localizado no lado oeste da cidade de Fortaleza. Sua bacia corresponde a uma área de 6571,53ha com 26 km de extensão, drenando também pelos municípios de Maranguape, Maracanaú e Caucaia, no estado do Ceará. A bacia do rio Maranguapinho cruza grande parte dos bairros periféricos, com grandes problemas socioambientais.

Os processos de ocupações que se sucederam na cidade de Fortaleza ocorreram a partir da década de 1930, associado a um rápido crescimento demográfico. O acréscimo populacional da cidade se deu por vários motivos, em especial o processo de êxodo rural, ou seja, uima alta participação de migrantes procedentes, em sua grande maioria, do interior do Estado do Ceará, em decorrência da forte concentração de terras no interior, problemas de

ordem climática, desenvolvimento de infraestruturas urbanas e entre outros fatores associados de ordem sócio-político-econômica (SOUZA, 2009).

Devido à forte concentração de terras no interior pelos grandes latifundiários e os problemas de ordem climática, como as secas, as mudanças econômicas, o desenvolvimento da infraestrutura dos transportes (ferrovias e rodovias), bem como as influências econômicas e geopolíticas externas sofridas em meados do século XIX e início do século XX.

Figura 2 - Localização da área de estudo dos bairros que compreendem a delimitação do Baixo Curso do Rio Maranguapinho.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Souza (2009), ainda enfatiza que essas populações advindas do processo migratório, em busca de melhores oportunidades de trabalho, constituiu um grande contingente de subempregados e desempregados, associados a uma baixa qualificação dessa população, formando-se áreas de graves problemas sociais e ambientais. Já Almeida (2009) evidencia que o processo de urbanização teve grandes acentuações na década de 1950, em:

Razão da crise da agricultura cearense, das desigualdades na estrutura fundiária e das grandes secas de 1952 e de 1958, provocando intenso movimento migratório e contribuindo para o aumento substancial da população de Fortaleza, que passou de 270.169 habitantes, em 1950 para 514.813 habitantes em 1960. (ALMEIDA, 2009, p. 158).

Dantas e Silva (2009), reitera que na medida que a cidade expandia, não havia uma relativa ampliação das infraestruturas urbanas, onde o lado leste da cidade concentrava maiores equipamentos, contrastando com o lado oeste, ocupado em sua maioria pela massa trabalhadora e menos favorecida socioeconomicamente. Diante disso, ocasionou-se o surgimento de aglomerações precárias, propiciado também pela lógica imobiliária, como as extensas formações de favelas. Residida por uma grande parcela da população pobre e de baixo poder aquisitivo e outra parte em situação de miséria, foram se instalando nas áreas de planícies fluviais, como as margens de rios da cidade.

É pela metade do século XX, que a cidade de Fortaleza, apresenta grandes índices de crescimento demográfico. Conforme Lima (2006), no final da década de 1970 os efeitos da ocupação urbano-industrial em Maracanaú e do crescimento urbano e a implementação da agropecuária no município de Maranguape, contribuíram para o crescimento de ocupações na bacia do rio Maranguapinho. Já na década de 1980 a cidade de Fortaleza, as ocupações de baixa renda, oriundas da zona leste se ampliavam para as proximidades do rio, ocupando suas margens:

As ocupações urbanas passaram a exercer pressões significativas sobre o ambiente fluvial do Rio Maranguapinho e seus principais afluentes em toda bacia. As pressões se multiplicaram na década de 1990 e intensificaram os processos de degradação ambiental por meio de fontes múltiplas de impactos ambientais em toda bacia no início dos anos 2000. (CEARÁ, 1990 *apud* LIMA, 2006, p. 16).

Diante desses processos desordenados sem planejamento de uso e ocupação, uma parcela expressiva de todo o contingente populacional, favoreceu para uma formação da maioria dos bairros da porção oeste de Fortaleza, principalmente os mais periféricos, sujeitos

a certos riscos e desastres ambientais, combinados por uma série de problemas socioeconômicos.

Para Monteiro e Zanella (2009), o próprio rio Maranguapinho também influenciou consideravelmente na fixação da população naquele local, considerando que até o final da década de 1970 o rio não tinha passado por elevados níveis de poluição, servindo até mesmo como fonte de água para atividades domésticas (como alimento e renda) para moradores que praticavam a pesca nas localidades.

Quanto aos aspectos naturais do Baixo Curso do Rio Maranguapinho, a área apresenta elementos físicos e naturais influenciados diretamente pelas dinâmicas dos acentuados graus de ocupações, degradações e intervenções humanas na paisagem, que de alguma forma modificou direta ou indiretamente as condições naturais do mesmo, em especial os solos e a vegetação que estão incorporados às formas de uso e ocupação (SALES, 2004).

Dentre os setores que compõem a paisagem natural dos bairros do Baixo Curso do Rio Maranguapinho, de acordo com Maia (2010) e Sales (2004), correspondem áreas de relevos de tabuleiros pré-litorâneos e áreas de deposição de sedimentos do rio Ceará. Com feições geomorfológicas que inicia na serra de Maranguape e depressão sertaneja (alto curso e parte do médio), tabuleiros costeiros (médio e parte do baixo curso), planície fluvial e planície fluviomarinha (final do baixo curso).

Em relação a sua geologia do meio e do baixo curso da bacia do rio Maranguapinho, está assentada sobre a Formação Barreiras caracterizada pela predominância de sedimentos aluvionares, areias quartzosas, depósitos eólicos litorâneos e sedimentos estuarinos (MAIA, 2015).

Os solos do Baixo Curso do Rio Maranguapinho apresentam Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos e os Argissolos Vermelho-Amarelo. Apresentam traços de vegetação de várzea, vegetação paludosa marítima de mangue e uma vegetação subcaducifólia de tabuleiro (LOUREIRO, 2011). Boa parte da vegetação, principalmente as matas de várzea se encontram desmatada e degradada quase por completo, devido às ocupações urbanas e aos projetos de requalificação urbana que área passou durante os últimos anos, contribuindo para a impermeabilização total das áreas.

Dentre os principais projetos de requalificação podemos citar um dos primeiros que ocorreu em meados da década de 2000, o projeto Boulevard Maranguapinho, aprovado em 2002 pela resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente – COEMA. O projeto tinha

por objetivo a construção de obras de drenagem, intervenções de engenharias, bem como a implantação de terraplanagem da planície fluvial, já desocupadas, pois visava também o deslocamento e assentamentos por parte da população ali residente.

Considerado um projeto tradicional em bacias hidrográficas, de acordo com Sales (2004) constituiu uma intervenção urbana drástica nas margens do rio Maranguapinho, em especial os bairros que compõem o baixo curso da cidade de Fortaleza. O projeto também visou a construção de avenidas paralelas ao rio, como uma forma de modificar a paisagem e as estruturas naturais no meio urbano.

Conforme Saule Júnior e Cardoso (2005) o projeto Boulevard Maranguapinho não obteve bons êxitos e resultados significativos, devido à falta de participação popular dos moradores, comprometendo até mesmo o respeito ao direito à moradia de boa parte das populações que ali residiam no início do projeto, em especial as que se encontravam em situações emergentes de risco. Diante disso, reafirma Sales (2004) o que se verificou foi um abandono das obras, propiciado de um maior aumento de problemas socioambientais da área.

Posteriormente, o rio Maranguapinho passa por outra e grande fase de intervenção urbana, com o Projeto de Melhorias Urbanas e Ambiental do Rio Maranguapinho – PROMURB, iniciado em 2009, foi financiado pelo Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, concebido pelo Governo do Estado Ceará, através da Secretaria e do Ministério das cidades, em parceria com o Governo Federal e com a Caixa Econômica (SECRETARIA DAS CIDADES, 2015).

O PROMURB tem como principal objetivo a uma recuperação da qualidade ambiental do rio e no reassentamento das populações que residiam e as que ainda residem em suas margens, com finalidade de estabelecer melhorias tanto no saneamento e na infraestrutura urbana. Além da recuperação da mata ciliar e controle das cheias nos períodos de chuvas (QUANTA CONSULTORIA, 2010).

De acordo com Maia (2015) o projeto trouxe inúmeros benefícios para diversas famílias do entorno do rio, pois a maioria que estavam em situações de riscos foi reassentada através de habitações distribuídas em diversos conjuntos habitacionais, localizados tanto na cidade de Fortaleza, como no município de Maranguape. Segundo a Secretaria das Cidades (2015) as margens do rio:

Até o ano de 2009, apresentaram um total de 24 áreas de risco, mais precisamente entre o médio e baixo curso do rio. Atualmente, 15 dessas áreas de risco já foram extintas através da indenização e do reassentamento das famílias (4.629 famílias desapropriadas/indenizadas) que residiam em condições precárias nessas áreas (*apud* MAIA, 2015, p.112).

Atualmente o processo de requalificação e urbanização segue reconfigurando-se no cenário atual da Região Metropolitana de Fortaleza (Fortaleza, Maranguape, Maracanaú e Caucaia), sendo realizada ainda uma série de intervenções ao longo das margens e do seu leito principal, como a canalização, trechos de urbanização, dragagens, habitações e entre outras execuções (SECRETARIA DAS CIDADES, 2017).

O projeto Rio Maranguapinho, está em atraso atualmente e muitas famílias ainda vivem em situações vulneráveis e que resguardam negociações de realocações. Conforme a Secretaria das Cidades, do Governo do Estado, os prazos de conclusão das obras foram adiados de 2021 para 2022, diante disso, cerca de 3.256 famílias ainda enfrentam as dificuldades permanecendo em locais inadequados, como moradias precárias com a falta de saneamento básico principalmente, realidade confirmada e noticiada também nos meios de comunicação, como os jornais locais e nacionais (JORNAL DIÁRIO DO NORDESTE; JORNAL GLOBO NOTÍCIAS, 2019).

A área do Baixo Rio Maranguapinho por estar situada na cidade de Fortaleza possui um clima tropical quente sub-úmido, com temperatura média de 26° a 28° durante o ano todo. Os principais sistemas atmosféricos que atuam no clima e são os principais produtores de precipitação, tanto no Estado do Ceará e mais especificamente nas áreas do baixo curso Maranguapinho, são: Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, como o principal sistema atmosférico causador de chuvas, as Ondas de Leste, as Linhas de Instabilidade, os Processos Convectivos de Meso-Escala e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCANS. (ALMEIDA, 2010; IPECE, 2015). É importante ressaltar que o regime do rio Maranguapinho é intermitente sazonal, onde o aumento do seu leito, ou seja, do aporte hídrico, está estreitamente relacionado à pluviometria da quadra chuvosa.

Com os devidos processos de ocupações desordenadas as margens do rio Maranguapinho, também se configurou e configuram-se ao longo dos últimos anos diversos tipos de uso e ocupação, apesar de sua qualidade ambiental está bem comprometida, como o uso para a irrigação e agricultura, indústria, extrativismo mineral, pecuária, dessedentação animal, disposição de resíduos sólidos, lançamentos de resíduos sólidos, águas residuais e

lançamento de certos afluentes domésticos, ocasionado pela falta de saneamento básico ainda presente na maioria dos bairros que compõem o entorno do rio e também em seus afluentes (MAIA, 2015).

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Como reforço teórico tomou-se como base uma revisão de conceitos e principais visões teóricas da pesquisa, corroborando-se com principais conceitos de vulnerabilidade social, ambiental e socioambiental para melhor compreensão do estudo.

### **2.1. A noção dos riscos ambientais na compreensão da vulnerabilidade**

Com os grandes avanços da sociedade atual ao longo dos últimos anos, houve diversas preocupações e debates acerca das questões dos riscos, pensamento que antes não era cogitado. Sobretudo, conforme Loureiro (2016) as discussões e estudos ganharam maior força nas décadas de 1980 e 1990, dentro das perspectivas ambientais, incorporando também enfoques sociais e tecnológicos.

O risco é considerado uma construção social, ou seja, é um fator considerado importante para a ocorrência de uma vulnerabilidade de uma determinada área ou grau. Para isso Torres (2000), define o risco como ideia de probabilidade, possibilidade de um evento aleatório ocorrer e seus efeitos tornarem um elemento qualquer vulnerável, ou seja, o risco compreende um “agente ameaçador” e um “agente ameaçado”.

Porto (2007) enfatiza em seus estudos que os riscos tomam maiores proporções, na medida em que o modelo econômico contribui mais ainda para o crescimento econômico, pois ao mesmo tempo em que reproduz as relações sociais, pautadas na concentração de poder e riqueza, propiciando as desigualdades, contribui simultaneamente para a multiplicação dos riscos, bem como para situações mais vulneráveis.

Os riscos também podem ser compreendidos como algo de não imediato, ou seja, nem sempre irá implicar uma situação de imediato perigo, mas segundo Janczura (2012), uma possibilidade de, num futuro próximo, ocorrer uma perda da qualidade de vida, devido as faltas inerente às ações de prevenção.

Ao se tratar dos riscos ambientais, segundo Jacobi (2004), os riscos associado aos ambientes urbanos, principalmente nas metrópoles, podem englobar uma variedade de acidentes, pois existe uma intrínseca relação entre os chamados riscos ambientais e o uso e ocupação do solo das áreas urbanas.

O que é recorrente, diante de certa parcela da população que possui pouca capacidade de resiliência, resistência e recuperação, principalmente as de baixa renda, estarem sujeitas a certos riscos como: inundações, escorregamentos, enchentes, poluição e contaminação do solo e água etc. Realidade essa facilmente verificada ao analisar os aspectos socioambientais na cidade de Fortaleza e sua região metropolitana, principalmente nas áreas que compreendem as planícies fluviais em especial os bairros que compõem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho.

Lima (2006) afirma em seus estudos que os riscos ambientais estão sobre a interface entre os eventos de cunho natural e diante dos elementos que compõem o sistema socioeconômico. Diante disso, os processos advindos das dinamicidades naturais, modificam inadvertidamente, colocando sob riscos, certos elementos sociais espacialmente relacionados.

Dentro da mesma perspectiva de noção de riscos ambientais, Souza e Zanella (2009) compreendem que o risco natural, apesar de sua relação forte com os fenômenos extremos da natureza, deve ser entendido e vislumbrado em um âmbito mais amplo, pois os riscos também passam ser tratados como fenômeno social, do qual atingem populações socialmente vulneráveis, em especial as que se instalam normalmente em áreas urbanas sujeitas a fenômenos mais extremos.

Os riscos ambientais são bastante complexos e apresentam uma distribuição desigual no território, seus efeitos são distribuídos desigualmente em determinado tempo e espaço. Santos (2015) reforça que estes possuem uma perspectiva espacial e não se enquadram unicamente em uma categoria, ou seja, expressam as complexidades das relações da sociedade com a natureza, se materializando no território.

Diante disso, Lima (2018), ao compreender que os riscos ensejam as questões de disputas territoriais no espaço urbano, afirma que estes conflitos se dão em busca de melhores condições de vida, como a questão do solo urbano, a sua localização e infraestrutura, influenciados e regidos logicamente pelas questões econômicas. Em decorrência disto, os grupos sociais mais carentes são levados a ocupar os ambientes naturais mais desfavoráveis, condicionando a maiores exposições a situações de inseguranças e insalubridades.

## **2.2. Vulnerabilidade**

A noção de vulnerabilidade está voltada a uma definição da incapacidade de reopontar de maneira positiva a situações desconformes do meio ou a maior possibilidade de

sofrer riscos, tanto nos âmbitos sociais como ambientais, ou seja, está ligada a um potencial de perda de um sistema (MITCHEL, 1989).

Conforme Almeida (2010) é partir de um maior enfoque no contexto de inclusão das dimensões socioculturais, envolvendo as questões da problemática ambiental na sociedade, que o conceito de vulnerabilidade tornou-se essencial na abordagem dos riscos e perigos, além de ser um fator central para o desenvolvimento de mitigações das diversas consequências dos desastres naturais, em diversas escalas de análise.

Deschamps (2004), parte do sentido literal do conceito, partindo da qualidade do que é vulnerável, aplicando-se ao lado fraco de um determinado assunto, questão ou ponto por onde alguém pode estar sujeito, tanto físico como moralmente. No uso corriqueiro, a vulnerabilidade está expressa sob o entendimento do que denota ao risco, fragilidade ou certo dano.

A vulnerabilidade de fato, enseja noções multidimensionais, pois, esta afeta indivíduos, grupos e territórios, em diferentes planos, formas e intensidade. Para isso Busso (2001), ao compreender a vulnerabilidade, entende-se a mesma pode ser compreendida como uma combinação de fatores que possam contribuir para uma deterioração do bem-estar, em consequência à exposição de determinados riscos.

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (2009) a vulnerabilidade pode ser entendida como um fator predominantemente econômico, em que há insuficiência de capital por indivíduos ou por famílias, considerando assim, as diferentes formas de capital (capital material, financeiro, humano e social).

Para Janssen e Ostrom (2006), a vulnerabilidade pode ser definida a partir da perspectiva em que um pessoa ou grupo social tem de antecipar, resistir e se recuperar, de um determinado impacto causado por riscos ambientais e sociais. Na mesma linha de pensamento, Moser (1998) e Alves (2006) afirma que a vulnerabilidade está condicionada a pelo menos três componentes como: a exposição aos riscos, a incapacidade de reação e dificuldade de adaptação, diante da materialização do risco.

Para isso, Gimenez e Lohmann (2018) enfatizam que os estudos sobre a ciência da vulnerabilidade permite uma compreensão analítica de determinados fatores e das condições sociais, de determinadas populações do qual estão submetidas, assim como as condições ambientais presentes nos locais e no espaço geográfico, além de contribuir para análise de capacidade de resposta, ou seja, a resiliência que determinados lugares possuem.

### **2.2.1. Vulnerabilidade Social**

A noção e a teorização de vulnerabilidade social se remetem a vários conceitos em amplas áreas do conhecimento científico, havendo assim diversas noções e possibilidades de compreensão. Castel (1994; 1998) em seus estudos já definia a expressão de vulnerabilidade social na descrição das condições sociais. Conforme este, o indivíduo se encontra em uma zona vulnerável, quando há inserção precária no trabalho e uma fragilidade das relações de proximidade, ou seja, dois polos condicionais. Portanto, a vulnerabilidade estaria ligada a condição social de instabilidade, de turbulências, povoado de indivíduos em situação precária e frágeis, tanto no trabalho e na inserção relacional.

Já Cutter (2011), toma como principal análise a noção de risco para definir a vulnerabilidade, para ele essas condições estão ligadas a elementos de exposição de risco, como determinadas circunstâncias que podem colocar ou não indivíduos ou certas localidades em situação adversa ou desfavorável, para isso afirma que:

A vulnerabilidade inclui quer elementos de exposição ao risco (as circunstâncias que colocam pessoas e as localidades em risco perante um determinado perigo) quer de propensão (as circunstâncias que aumentam ou reduzem a capacidade da população, da infraestrutura ou dos sistemas físicos para responder a e recuperar de ameaças ambientais) (2011, p. 60).

Marandola Jr e Hogan (2006) reforçam que a vulnerabilidade sempre será entendida e definida a partir de um perigo ou um conjunto deles em dado espaço social e geográfico. Os autores também denotam a importância da dimensão temporal para a compreensão das análises. Pois, a vulnerabilidade por ser dinâmica, pode apresentar diferenciações conforme a sazonalidades, já que a sua avaliação é para “compreender o perigo envolvido, do contexto geográfico e da produção social” (MARANDOLA JR; HOGAN, 2006, p. 37). Estes serão importantes para avaliar se uma determinada sociedade ou lugar possuem para enfrentar determinado risco.

Conforme Zanella (2014) a vulnerabilidade social encontra-se relacionada com grupos vulneráveis, ou seja, indivíduos que a determinadas situações e motivações são mais propensos a respostas negativas e menos positiva diante de um determinado evento. Diante disso, a autora parte do princípio de noção de risco, para a compreensão de estudos sobre a vulnerabilidade social.

Para a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe – CEPAL (2002), a vulnerabilidade está condicionada a uma exposição de risco mais uma incapacidade de resposta de determinados grupos de indivíduos, famílias ou comunidades. Esta também reforça que os grupos socialmente vulneráveis também estão ligados a um contexto de diferentes critérios e forças tanto externas e internas, que pode trazer prejuízos significativos para as atividades econômicas.

Mesquita (2010) também afirma que os aspectos socioeconômicos são levados em consideração ao analisar as condições de vulnerabilidade, mas não somente a renda mensal, como também o nível de educação e qualidade habitacional, devem ser considerados, pois estes apresentam uma estreita relação.

Dentro do mesmo contexto, Costa e Dantas (2009), obtêm uma visão multidimensional do conceito, que podem ser decorrentes de diversos fenômenos, com causas e consequências diferentes. Levando em consideração também que determinadas condições sociais, culturais, étnicas, políticas, econômicas, educacionais e de saúde irão influenciar indivíduos ou grupos mais ou menos em condição vulnerável. Impedindo assim, o acesso a determinadas oportunidades e o melhoramento do bem-estar.

Na concepção de Santos (2011), a vulnerabilidade compreende a exposição de um sistema de complexidade aos riscos e que a capacidade de resposta de certos grupos sociais está condicionada pelo grau de pobreza, que pode ser definido em um contexto político, histórico e cultural. Diante deste fator, torna-se evidente que a exposição do risco e a capacidade de reagir a essas adversidades, relacionam-se conjuntamente com processos socioeconômicos.

Na condição de vulnerabilidade, por Katzman (1999), é considerada a situação de indivíduos no mercado de trabalho, tanto a sua inserção e sua estabilidade. Além de considerar a fragilidade das relações sociais e o nível de acesso aos serviços públicos e proteção social. Diante disso, o conceito é entendido a partir do fator de oportunidades oferecidas pelo Estado ou sociedade para compreender que pessoas mais vulneráveis teriam menos condições de usufruir desse fator oferecido (*apud* DANTAS *et al.* 2017, p. 67).

A partir disso, analisa-se que a vulnerabilidade está delineada em diversas conjugações de fatores que permite a variadas condições e características de respostas. Como proposto por Cunha (2004) corresponderia a diferentes dimensões, que acionadas em conjunto ou individual, podem ser responsáveis em tornarem-se elementos que pode contribuir para a

capacidade de respostas às diversas ocorrências estruturais ou conjunturais que afetam diretamente e indiretamente o bem-estar.

Almeida (2010) reforça que se torna imprescindível avaliar e comparar as vulnerabilidades entre os diversos espaços, pois a vulnerabilidade social é desenvolvida por fatores de desigualdades sociais e espaciais.

O risco torna-se um fator importante para compreensão da vulnerabilidade, devido sua construção ser de caráter social, que traduz de fato o grau do que é vulnerável em determinada área ou comunidade exposta. Veyret (2007) analisa o que é vulnerável dentro desta perspectiva, em uma noção de exposição física a um determinado perigo, com certas fragilidades, em um determinado evento, sendo condicionado ao não enfretamento da crise. Dessa forma, o risco pode ser definido como sendo a “percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele” (VEYRET, 2007, p. 24).

No âmbito das desigualdades urbanas, a vulnerabilidade também é relacionada por Kowarick (2002) e Cardoso (2008), ambos apontam para as condições de desproteção a que determinadas camadas populacionais estão subjugadas, sob três condições, como às de moradia, emprego/desemprego e da violência, apontando também a certas dificuldades que essas camadas mais desfavorecidas podem enfrentar, de caráter básico e necessário à sobrevivência, como solo urbano, moradia, equipamentos entre outros serviços e infraestruturas.

A noção de vulnerabilidade torna-se essencial para as abordagens de riscos e perigos, e importante para o desenvolvimento de estratégias para diminuir os problemas em decorrência dos desastres naturais, em diversas análises, âmbitos e escalas (ALMEIDA, 2012). No mesmo pensamento, Santos (2016), também evidencia que é fundamental para a compreensão dos riscos de forma integrada e contextualizada.

### **2.2.2. Vulnerabilidade Ambiental**

Para o delineamento da vulnerabilidade ambiental é necessário compreender os fatores de um determinado ambiente natural em relação a sua estabilidade e instabilidade, investigando assim, a capacidade de certas susceptibilidades e degradações de componentes naturais. Bem como a inclusão das dinâmicas decorrentes dos fatores antrópicos, em suas mais variadas formas de uso e ocupação.

De forma generalizada, a vulnerabilidade ambiental pode ser definida como situações em que o meio físico está sujeito às pressões humanas, tornando-o mais vulnerável. Conforme Lourenço *et al.* (2013), a vulnerabilidade ambiental pode ser entendida como uma capacidade ou incapacidade do meio físico e natural a resistir ou se recuperar, após intensos impactos decorrentes de atividades atípicas e até mesmo normais, exercidas pelas ações antrópicas.

A relação do conceito de vulnerabilidade ambiental, conforme Tagliani (2003) está incorporado, principalmente as áreas das geociências. Que para o autor, consiste na maior ou menor susceptibilidade que um determinado ambiente tem a um impacto potencial provocado por um uso qualquer humano.

De acordo com Cerri & Amaral (1998) *apud* Costa *et al.* (2009), as áreas que correspondem a situações de vulnerabilidade ambiental, seriam zonas onde coexistem os riscos ambientais, assimilado aqui como o risco, ou seja, a possibilidade de um determinado acidente. Na mesma linha de pensamento, Delgado (2011) define a vulnerabilidade ambiental a partir da relação que ocorre entre as características do meio, tanto os eventos induzidos como os efeitos negativos e adversos de uma localidade.

Santos e Caldeyro (2007) consideram que tudo aquilo que pode afetar a estabilidade e a qualidade ambiental de um meio físico, de forma negativa, por meio de uma perturbação ou estresse de grande magnitude, advindos de ações antrópicas, é considerado como fator de vulnerabilidade ambiental.

Para Jordão (2011, p. 42), a vulnerabilidade é vista como uma dinâmica própria de sistemas em que o ser humano age constantemente sobre o ambiente biofísico. *“Essa perspectiva foca no entendimento dos processos de mudança, na identificação de limites e nos fatores que permitem ao sistema natural de absorver os distúrbios”*.

A própria ciência da sustentabilidade a partir do final dos anos 1980 trataram de questões de vulnerabilidade e resiliência quanto aos interesses substanciais deste conhecimento, para o tratamento de problemas humano-ambientais, através de pesquisas voltadas as mudanças globais e climáticas. Diante disso, construiu-se uma visão sistêmica de vulnerabilidade, que se tornou um dos pontos centrais do diálogo e pesquisas sobre a sustentabilidade que tem por objetivo focar na avaliação de determinados processos, características e condições dos sistemas que podem exceder a sensibilidade do meio, inibindo assim, respostas adaptativas (EAKIN & LUERS, 2006; JORDÃO, 2011).

O caráter de resiliência é um fator importante para o entendimento de certos conceitos de vulnerabilidade ambiental. Do ponto de vista ecológico, a resiliência entra como

uma abordagem mais recente sobre vulnerabilidade, do qual vem contribuir não somente orientadas às mudanças globais, mas também a vários choques e estresses gerados em torno de um sistema ambiental, sob interferências humanas (JORDÃO, 2011).

Conforme Aquino *et al.* (2017) a vulnerabilidade ambiental pode ser delineada como a condição em que um sistema natural é susceptível ou incapaz de lidar com os resultados de certas interações externas. O autor ainda reforça que a vulnerabilidade pode ser decorrente de características ambientais naturais ou de pressão, ocasionada por atividade antrópica, como também a partir de sistemas frágeis de baixa resiliência, ou seja, a aptidão bem definida que o meio ambiente tem em retornar ao seu estado natural de excelência, diante de um estado de superação advindo de certas situações críticas.

Segundo Santos (2007) os sistemas podem ser compreendidos como um conjunto de elementos que mantêm relações entre si e onde habitam os seres vivos. Para ele os elementos como o solo, a vegetação, campos agrícolas e recursos hídricos são estruturas do meio que se interagem por meio de ciclos e fluxos. Já Tricart (1977) reforça que um sistema consiste em uma associação de fenômenos que mantêm um processamento mediante a fluxos de matéria e de energia. Ainda conforme Aquino (2017) os sistemas podem sofrer determinados desequilíbrios, diante disso:

Se ocorrer perturbação no equilíbrio desses sistemas, as relações do meio podem ser bastante diferentes considerando as características locais naturais e da ocupação humana. Observa ainda que para atendê-lo devemos considerar a resiliência e a persistência do sistema. Persistência corresponde à medida do quanto um sistema, quando perturbado, se afasta do seu equilíbrio ou estabilidade sem mudar essencialmente seu estado (AQUINO *et al.*, 2017, p. 16).

Loureiro (2011) atribui fatores para a definição da vulnerabilidade ambiental, do qual parte dos resultados das conexões entre as características naturais de um ambiente como a geologia, geomorfologia, solo, vegetação e das formas de uso e ocupação. E que esses elementos vistos de uma forma integrada, estabelecem uma noção mais abrangente do meio estudado. Para a autora, o homem que faz uso do ambiente sem os conhecimentos das áreas vulneráveis ou estáveis, gerará e sofrerá diversos impactos.

Na mesma perspectiva de relação da vulnerabilidade ambiental com as condicionantes naturais e de usos da terra do meio, Grigio (2008), reitera que quando o uso da terra não condiz com a condição natural de um ambiente, são ocasionados impactos diversos, onde as populações, que também são responsáveis pela geração dos impactos e as áreas do entorno serão afetadas.

### 2.2.3. *Vulnerabilidade Socioambiental*

Compreendendo as diversas perspectivas e definições que a vulnerabilidade social e ambiental se insere, estabelecem-se uma fusão da noção da vulnerabilidade, que parte de uma linha de raciocínio de modo integrado das relações socioeconômicas e ambientais. Diante disso, surge o conceito de vulnerabilidade socioambiental (DANTAS *et al.*, 2017).

A partir das relações que se estabelecem entre os grupos mais vulneráveis as áreas mais susceptíveis aos riscos, Deschamps (2004) define a vulnerabilidade socioambiental como sendo a coexistência de riscos ambientais e uma população em uma situação de vulnerabilidade social, ou seja, em desvantagens socioeconômicas. Diante disso, a vulnerabilidade socioambiental pode ser compreendida entre fatores sociais e ambientais que se articulam e concorrem em um mesmo espaço.

Na mesma linha de pensamento, Cartier *et al.* (2009), ao conceituar sobre vulnerabilidade socioambiental, afirma que existe uma consistência ou uma sobreposição espacial, entre certos grupos de populações pobres, com elevadas privações (vulneráveis socialmente) e discriminados, que residem ou circulam em áreas propensas aos riscos ou vulneráveis ambientalmente.

De acordo com Medeiros (2014) a vulnerabilidade envolve um conjunto de fatores que podem contribuir para a redução ou o aumento dos riscos no qual o ser humano, de modo individual ou em grupo estão sujeitos a um determinado tempo e espaço.

Para Alves (2006) o conceito de vulnerabilidade socioambiental está ligado diretamente a uma população residente de um determinado território, portanto,

A vulnerabilidade socioambiental é uma categoria analítica que pode expressar os fenômenos de interação e cumulatividade entre situações de risco e degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental) e situações de pobreza e privação social, ou seja, a vulnerabilidade social (ALVES, 2006, p. 47).

Jacob (2013) reforça de forma generalizada o conceito da vulnerabilidade socioambiental, do qual é normalmente refletida em situações onde os mais pobres, em virtude de suas condições tanto demográficas e socioeconômicas, são direcionados às áreas de relativa fragilidade natural, que tem como resultado os danos à qualidade ambiental, devido à ausência de certas infraestruturas urbanas.

Para compreender a origem de certos problemas de ordem socioambiental, Aquino *et al.* (2017) ressalta que estes decorrem do atual modelo de desenvolvimento econômico, dos

processos de deslocalização e desregulamentação, do qual contribuem com a intensificação das relações entre grupos vulneráveis e das áreas de risco ambiental.

Zanella *et al.* (2009) em seus estudos sobre vulnerabilidade socioambiental na cidade de Fortaleza, também define como um espaço onde coexistem ambientes e populações que se encontram em situações de risco, do qual os indivíduos e os grupos sociais, são expostos às adversidades de diversos fenômenos naturais rigorosos.

Diante disso, Reis (2016) reforça a importância da identificação das áreas que possuem concentração de populações com baixa capacidade de resiliência, diante das perdas advindas de certos desastres e que necessitam de assistências e tragam mais segurança para os maiores necessitados. Para isso, Cutter (2011) retrata em seus estudos que para uma compreensão mais eficaz da relação entre as populações mais vulneráveis e dos ambientes naturais vulneráveis, se dão através dos mapeamentos de vulnerabilidade socioambiental.

### **2.3. Geoprocessamento e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG)**

Atualmente o uso das tecnologias geográficas como uma ferramenta eficaz na tomada de decisões, está cada vez mais corriqueiro, a fim de solucionar problemas geográficos de tamanhas complexidades. Para isso, o Geoprocessamento, torna-se uma ferramenta eficaz no tratamento dos dados, conforme Rosa (2013) o Geoprocessamento age como um conjunto de técnicas que permitem a coleta, a manipulação, armazenamento e o tratamento de informações espaciais para um fim específico.

De acordo com Câmara *et al.* (2001), o Geoprocessamento corresponde a uma tecnologia interdisciplinar do conhecimento científico, ou seja, que permite uma conformidade de variadas disciplinas científicas para o estudo de fenômenos urbanos e ambientais. Do qual, trata das informações geográficas a partir da utilização de técnicas matemáticas e computacionais. E que vem influenciando de forma crescente e positiva as áreas da geografia, bem como a cartografia, a análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional.

Diante disso, o geoprocessamento pode ser considerado como uma tecnologia interdisciplinar, do qual integra diversas características através da localização e do processamento de dados geográficos. Fitz (2008) considera o geoprocessamento como:

Uma tecnologia, ou mesmo um conjunto de tecnologias, que possibilita à manipulação, a análise, a simulação de modelagens e a visualização de dados georreferenciados. Trata-se, portanto, de uma técnica agregada ou não ao uso dos Sistemas de Informações Geográficas (p. 24).

Para isso Freitas e Cunha (2013), destacam que a vulnerabilidade de fato se consagra as demais contribuições do geoprocessamento, devido o seu potencial para a modelagem de aspectos em geral, de fatores físicos e socioeconômicos, voltados para a prevenção e a mitigação de certas manifestações de riscos.

Já os Sistemas de Informações Geográficas – SIG consiste em um sistema computacional, além de trabalhar com um infinito número de informações de cunho geográfico. A sua utilização é crescente nas últimas décadas e tem possibilitado com bastante precisão a verificação de fenômenos ambientais em uma ampla escala (INPE, 2006).

Cowen (1988) enfatiza que o SIG é um sistema de suporte do qual é essencial para a tomada de decisão, que permite integrar dados referenciados espacialmente, num ambiente, objetivando uma resposta a problemas.

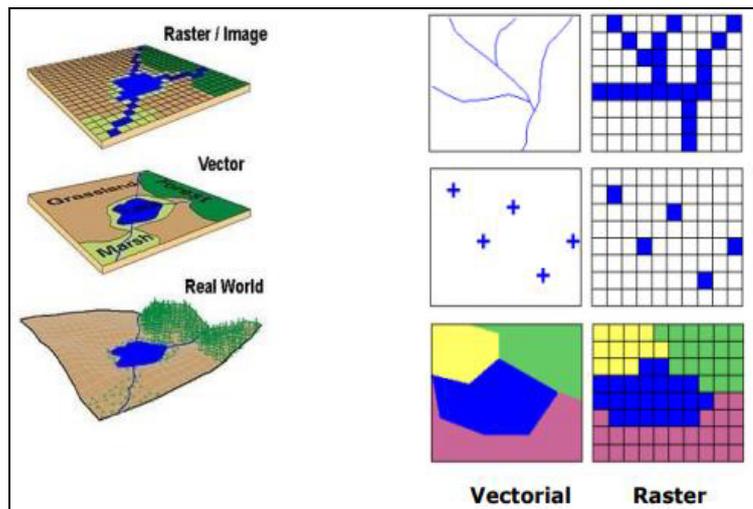
Conforme Fonseca *et al.* (2013), a manipulação das informações espaciais em um ambiente SIG é vantajosa e viável. Para o autor, os estudos urbanos que se utilizam das técnicas desses sistemas de informações, têm facilitado uma geração de um banco de dados capaz de auxiliar na resolução de problemas oriundas dos processos de urbanização. Já que a dinâmica socioespacial das cidades é marcada por uma grande mobilidade espacial e constantes transformações em suas paisagens.

Medeiros (2014) reforça sobre a importância do SIG para os estudos relativos ao meio físico e socioeconômico, na pesquisa de previsões de determinados fenômenos, como também no aporte nas decisões de planejamento, considerando que o mundo real pode ser representado de forma concisa pelos dados coletados, produzidos e armazenados.

Considerando as diversas contribuições do SIG em análises espaciais, este possui aplicações diversas, como ações vinculadas a gestão e ao planejamento, ao manejo, ao monitoramento, à caracterização dos espaços, tanto urbano como rurais (FITZ, 2008).

Quanto ao modelamento de dados em um sistema SIG, podem-se obter representações de elementos geográficos em dois formatos basicamente, o vetorial e/ou o matricial (Figura 3).

Figura 3– Exemplo de modelos de dados de um SIG (estrutura matricial e estrutura vetorial).



Fonte: Cavalcante (2015).

Em um modelo matricial os objetos geográficos são representados através de informações com *pixels*, ou seja, estes são espacializados através de uma matriz de células. De acordo com Cavalcante (2015), os modelos de dados matriciais ou *raster* consistem em uma representação do espaço que será composto com células ou *pixels*, que associado a um valor, representará uma superfície contínua de variação de um determinado atributo de análise, diante disso, os formatos matriciais são:

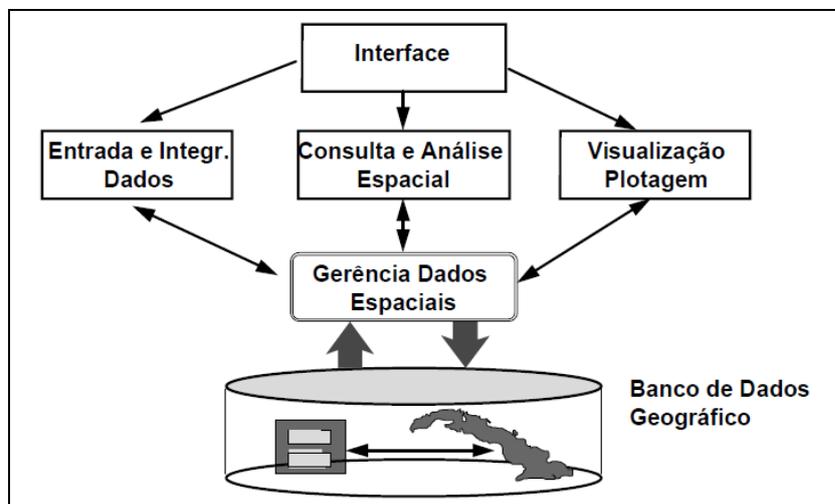
Indicados para representações de grandezas com distribuição espacial contínua (pressão atmosférica, temperatura, etc.), têm uma estrutura de dados simples, permitem a incorporação imediata de dados de sensores remotos e são adequados à análise espacial, face à facilidade de implementação dos algoritmos computacionais necessários a este tipo de análise (CAVALCANTE, 2015, p. 7).

Já os modelos de formatos vetoriais consistem em uma série de entidades, descritas pelas suas propriedades e cartografadas segundo um sistema de coordenadas geométricas. Em um modelo vetorial os objetos geográficos estão dispostos em representações do tipo ponto, linhas ou polígonos, do qual são modelados a partir de uma série de coordenadas (MEDEIROS, 2013; CAVALCANTE, 2015 e FITZ, 2008).

Quanto à estrutura de um SIG, seus componentes internos são formados por: uma interface com usuário; entrada e integração de dados; análise espacial e funções de consulta; visualização e plotagem e um banco de dados geográficos para o armazenamento e recuperação de dados. Esses componentes se relacionam hierarquicamente, em níveis mais próximos ao usuário, níveis intermediários, como o processamento de dados em geral e no nível mais interno, um sistema de armazenamento, regido por um banco de dados geográficos,

do qual oferece condição de armazenamento e recuperação de seus atributos (CÂMARA *et al.* 1996; INPE, 2006). (Figura 4).

Figura 4 – Arquitetura de Sistema de Informação Geográfica - SIG.



Fonte: DPI/INPE (2006).

Dessa forma, as análises de vulnerabilidades socioambientais em ambientes urbanos, condicionados a certas dinâmicas espaciais e estruturais, serão representadas através de técnicas que envolvem uma maior manipulação e otimização das informações, permitindo uma série de consultas espaciais e tabulares de forma integrada.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS

Para a elaboração dos processos metodológicos, contou-se com diversos meios de pesquisa e levantamentos de dados, como revisões bibliográficas, pesquisas através de dados primários e secundários. Uso de materiais cartográficos, como mapas temáticos referentes à área em estudo e imagens de aerolevantamentos e satélites.

Os dados socioeconômicos foram agregados para a geração dos índices e dados ambientais, através de uma matriz metodológica que estabeleceu uma escolha de variáveis e indicadores socioambientais. Diante disso, os elementos naturais, bem como os sistemas ambientais de Souza *et al.* (2009) foram elementos base para a análise e construção dos dados.

De acordo com Dantas, Costa e Zanella (2016), para a construção da vulnerabilidade ambiental os elementos formadores da paisagem, bem como as infraestruturas urbanas, são consideráveis e importantes na identificação dos ambientes mais estáveis e instáveis.

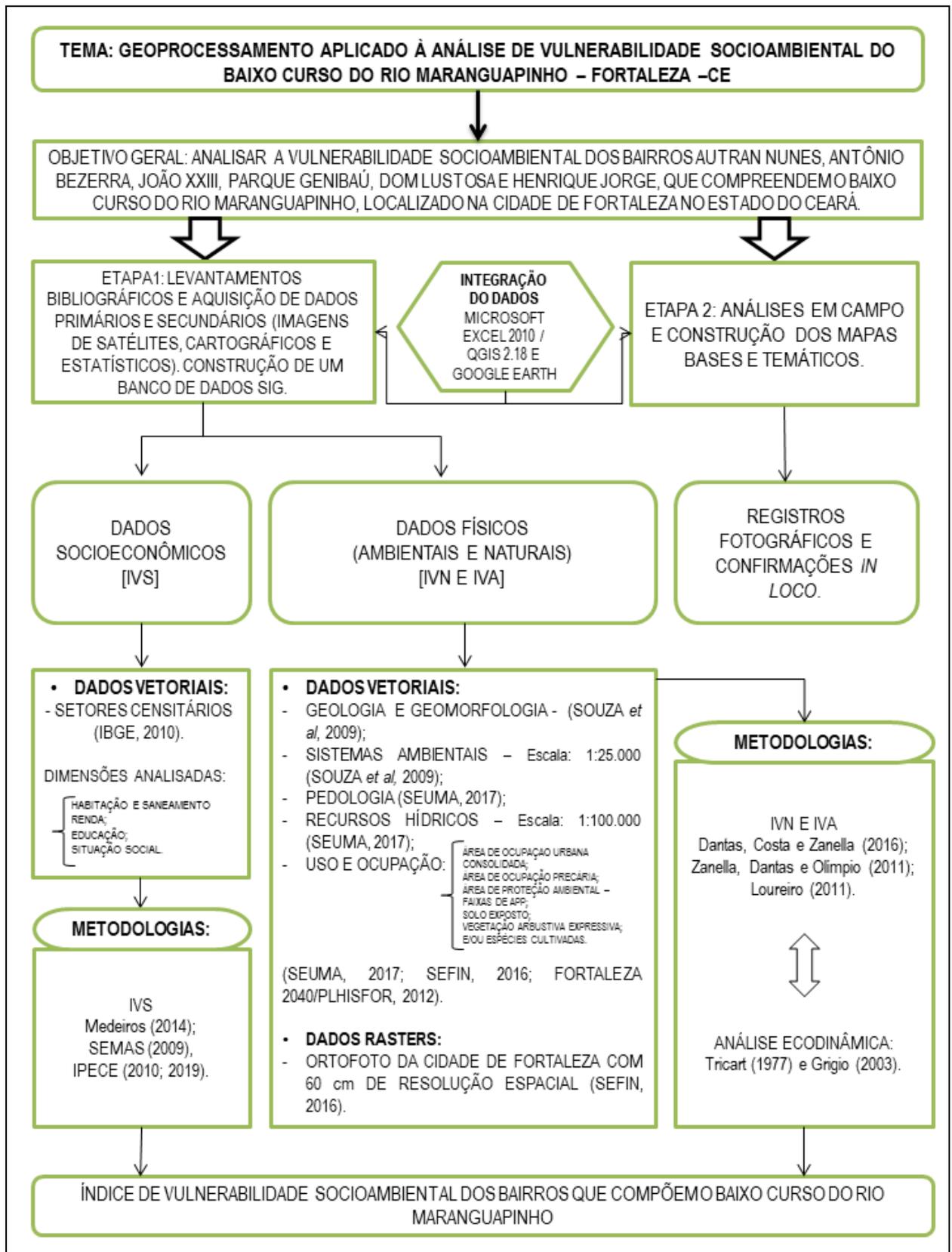
Medeiros (2014) e Santos (2011), ressaltam a importância das análises de vulnerabilidade social, pois, torna-se um importante instrumento de representação, por

permitir uma associação de diferentes variáveis em indicadores sintéticos, servindo como subsídios para analisar determinadas áreas geográficas bem delimitadas. Além de retratar as condições socioeconômicas e os aspectos da urbanização que envolve diversos grupos sociais.

Dessa forma, com base nos estudos de vulnerabilidade social, tomaram-se como referências bibliográficas os estudos de Medeiros (2014), SEMAS (2009), IPECE (2019). Dados sociais e econômicos foram determinados a partir do Censo Demográfico do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010).

Para as análises de vulnerabilidade ambiental e socioambiental adotou-se a metodologia proposta e adaptada por Dantas, Costa e Zanella (2016), bem como os estudos de Zanella, Dantas e Olímpio (2011). Partindo de uma análise ecodinâmica, proposta por Tricart (1977), do qual envolvem os processos envolvidos de pedogênese e morfogênese. Os procedimentos metodológicos operacionais estão expostos em etapas sintetizadas no fluxograma abaixo (Figura 5)

Figura 5 – Fluxograma metodológico e operacional para o desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

### 3.1. Índices de Vulnerabilidade Social (IVS)

Na elaboração do índice foram correlacionados dados socioeconômicos do Censo Demográfico do IBGE, correspondente ao ano de 2010. Com base territorial no nível de setores censitários, para os levantamentos dos estudos de vulnerabilidade social (IVS) e para a construção da base de dados.

Por constituir uma única fonte de referência para o conhecimento das condições socioeconômicas da população em diversos níveis territoriais, é importante destacar que os índices foram gerados conforme os dados do ano de 2010. A partir disso, pode-se haver uma integração posterior de dados mais atuais, como o Censo Demográfico de 2020, devido à capacidade do SIG de armazenar e manipular de maneira dinâmica esses dados.

O setor censitário é considerado segundo o IBGE (2010) como a menor unidade territorial, que integra uma área contínua, e que pode está contida em uma área urbana ou rural. Em que possui *“uma dimensão adequada à operação de pesquisas e cujo conjunto esgota a totalidade do Território Nacional, o que permite uma maior seguridade plena da cobertura do País”* (IBGE, 2010, p. 3).

Adotou-se os setores censitários correspondentes aos bairros do Baixo Curso do Rio Maranguapinho. Totalizando 201 setores, incorporados nos limites e distribuídos nos bairros Antônio Bezerra (com 31 setores censitários), o Autran Nunes (26 setores censitários), Dom Lustosa (14 setores censitários), Genibaú (44 setores censitários), Henrique Jorge (31 setores censitários), João XXIII (23 setores censitários). Valem ressaltar que os demais setores censitários (32 setores) estão distribuídos pelos demais bairros limítrofes de Fortaleza, mas que fazem parte do recorte territorial dos bairros em destaque, correspondendo assim às áreas comuns de subdistritos e distritos dos bairros analisados.

Para a manipulação dos dados censitários, utilizou-se o programa Microsoft Excel para a edição e o manuseio das tabelas dos dados primários e construções de novos dados secundários, como os 15 indicadores padronizados. Os indicadores estão correlacionados direta e indiretamente/inversa com a vulnerabilidade social.

Dentre os 15 indicadores, estão divididos em 4 dimensões: Habitação e Saneamento todos os índices, no total de 6 indicadores, possuem uma relação inversa ou indireta. Já a dimensão Renda, possuem 1 indicador de relação inversa e os outros 2 demais indicadores, são diretos. A dimensão Educação possuem 2 indicadores diretos e a dimensão de Situação Social possuem 4 indicadores de relações diretas (Quadro 2).

Quadro 2 - Indicadores utilizados na construção do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).

<b>DIMENSÃO</b>	<b>INDICADORES / VARIÁVEIS / TIPO DE RELAÇÃO</b>
<b>HABITAÇÃO E SANEAMENTO</b> (Para esta dimensão foi levada em consideração a quantidade de moradores em domicílios particulares permanentes: próprios, quitados e em aquisição. E variáveis que indicam a quantidade de moradores que possuem esgotamento sanitário, coleta de lixo, abastecimento de água e energia elétrica, por setores censitários).	1 - % de moradores em domicílios próprios. (INVERSA / INDIRETA)
	2 - % de moradores em domicílios ligados à rede geral de água. (INVERSA / INDIRETA)
	3 - % de moradores em domicílios com existência de banheiro ou sanitário. (INVERSA / INDIRETA)
	4 - % de moradores em domicílios ligados à rede geral de esgoto ou com fossa séptica. (INVERSA / INDIRETA)
	5 - % de moradores em domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza. (INVERSA / INDIRETA)
	6 - % de moradores em domicílios com energia elétrica. (INVERSA / INDIRETA)
<b>RENDA</b> (Indica a renda média mensal por domicílio particulares permanente de pessoas responsáveis, bem como a quantidade de responsáveis que ganha até 2 salários mínimos, por setor censitário).	7- Renda média mensal domiciliar. (INVERSA / INDIRETA)
	8 - % de domicílios com renda domiciliar per capita inferior a ½ salário mínimo. (DIRETA)
	9 - Variância da renda média domiciliar. (DIRETA)
<b>EDUCAÇÃO</b> (Demonstra a quantidade de pessoas que possuem 15 anos ou mais de idade e chefes de famílias analfabetos).	10 - % da população com 15 anos ou mais de idade analfabeta. (DIRETA)
	11 - % de chefes de domicílios analfabetos. (DIRETA)
<b>SITUAÇÃO SOCIAL</b> (Corresponde à média de moradores por domicílios particulares permanentes que se encontram em situações mais vulneráveis, levando em consideração fatores como: idade ativa e estado civil).	12 - Média de moradores por domicílio. (DIRETA)
	13 - Razão de dependência. (DIRETA)
	14 - % de mulheres chefes de domicílio. (DIRETA)
	15 - % de agregados à família. (DIRETA)

Fonte: Adaptado pela autora (2019) com base em Medeiros (2014).

O índice de vulnerabilidade social possui uma multidimensionalidade, para isso apresenta-se como um importante indicador nas análises sociais urbanas, pois segundo Santos (2011) a metodologia permite identificar dentro do tecido urbano territórios que, às vezes, podem apresentar grandes segmentos populacionais com condições socioeconômicas desfavoráveis e precárias. SEMAS (2009) enfatiza que também poderá demonstrar predisposições a certos riscos.

Para o estudo da padronização dos indicadores, utilizou-se a proposta do IPECE (2010; 2019) a partir de uma equação que considera valores de 0 (indica menores vulnerabilidades) e valores de 1 (indica valores maiores de vulnerabilidades). Mas devido os valores das variáveis conterem diferentes unidades de medidas, percentuais, valores monetários em (R\$), médias e entre outras unidades, foi adotada dois tipos de fórmulas que levam em conta as mesmas variáveis e parâmetros com relações diretas e indiretas, para a obtenção do indicador do setor censitário, ou seja, as diretas correspondem à equação representada quando o menor valor do indicador corresponde à vulnerabilidade mais baixa do

setor e o maior valor indica uma vulnerabilidade mais alta do setor ( $I-V = I_{min}$  e  $I+V = I_{max}$ ), as indiretas compreendem o inverso dessa lógica matemática, em que o menor valor de indicador corresponde à vulnerabilidade mais alta e o maior valor de indicador corresponde à vulnerabilidade mais baixa ( $I+V = I_{min}$  e  $I-V = I_{max}$ ). Diante disso, adotou-se a equação 1 e 2:

**Equação 1 e 2** – Fórmula de Padronização dos Indicadores de IVS, entre variações diretas e inversas de 0 e 1.

$$Ips_1 = \frac{Is - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \quad Ips_2 = \frac{Is - I_{max}}{I_{min} - I_{max}}$$

Onde,

- ✓  **$Ips_1 / Ips_2$** : Valor padronizado do indicador “I” no setor censitário “s”;
- ✓  **$Is$** : Valor do indicador “I” no setor censitário “s”;
- ✓  **$I_{min}$** : Menor valor do indicador “I” dentre o universo de setores censitários;
- ✓  **$I_{max}$** : Maior valor do indicador “I” dentre o universo de setores censitários.

Com a padronização dos 15 indicadores, deve-se gerar o Índice de Vulnerabilidade Social a partir de uma média aritmética dos outros 15 indicadores gerados e padronizados conforme a área de estudo, onde os valores mais próximos de 1 refletem maiores vulnerabilidades (Equação 3).

**Equação 3** – Fórmula da média aritmética dos indicadores obtidos do IVS.

$$IVS_s = \frac{\sum_{i=1}^n Ips}{n}$$

Em que,

- ✓  **$IVS_s$** : Índice de Vulnerabilidade Social do setor censitário “s”;
- ✓  **$\sum_{i=1}^n Ips$** : Somatório de todos os valores padronizados do indicador “i” no setor censitário “s”;
- ✓  **$n$** : Total de indicadores utilizados (15 total).

Posteriormente, realiza-se uma classificação do IVS, a partir dos setores censitários, com classes que variam de 1 a 4 conforme os níveis de vulnerabilidade de cada setor dos bairros e a partir de parâmetros baseados em índice médio do IVS (que resulta da

mediana), do desvio padrão dos resultados e a média dos valores do IVS. Para isso, adotaram-se níveis de: alta; média-alta; média-baixa e baixa vulnerabilidade (Quadro 3).

Quadro 3 - Classificação do Índice de Vulnerabilidade Social dos bairros em análise.

CLASSES	NÍVEL DA VULNERABILIDADE	PARÂMETROS
1	ALTA	Valores de IVS maiores ao valor índice médio somado ao valor do desvio padrão obtido.
2	MÉDIA - ALTA	Valores do IVS maiores que o valor do índice médio e menores que a média somado ao desvio padrão.
3	MÉDIA - BAIXA	Valores do IVS menores que a média e maior que a média subtraído do desvio padrão.
4	BAIXA	Valores do IVS menores que a média subtraído do desvio padrão.

Fonte: Adaptado pela autora (2019) com base em Medeiros (2014) e IPECE (2010).

### 3.2. Sistemas Ambientais e Índice de Vulnerabilidade Ambiental e Socioambiental (IVA e IVSA)

Os elementos naturais que são formadores da paisagem, bem como as infraestruturas urbanas são importantes para os estudos de análise da vulnerabilidade ambiental. Para isso, tomam-se como base os estudos dos sistemas ambientais, conforme as suas principais características naturais de maior predomínio, bem como suas potencialidades, limitações e ecodinâmica (MEDEIROS, 2014).

Para a realização da vulnerabilidade ambiental, foi empregada a metodologia adaptada de Zanella *et al.* (2013) e Grigio (2003) para a atribuição dos índices, utilizou-se os princípios da ecodinâmica, a partir da visão de Tricart (1977), dentro da perspectiva fundamentada em estabilidades e instabilidades ambientais, ou seja, uma análise que interagem entre processos de pedogênese e morfogênese. Diante disso, identificaram-se as áreas de maiores vulnerabilidades aos riscos dos bairros analisados.

Conforme os estudos de Tricart (1977), em suas análises sobre a ecodinâmica, estabeleceram-se graus de vulnerabilidade para cada atributo de acordo com relação de predomínio entre os processos de morfogênicos ou pedogenéticos. Assim, em cada classe, o grau de vulnerabilidade foi distribuído em uma escala de 1 a 3, com intervalos de 0,5. Nos ambientes em que há o predomínio da pedogênese, apresentando vulnerabilidade muito baixa a riscos, atribuiu-se o valor 1. Com o aumento dos processos erosivos, o grau de vulnerabilidade ao risco aumenta até atingir o valor máximo, ou seja, 3, representando ambientes de vulnerabilidade ambiental muito alta, como mostra no (Quadro 4).

Quadros 4 – Ambientes conforme a Ecodinâmica de Tricart (1977).

AMBIENTES	PROCESSOS	VALORES
Estáveis	Pedogênese	1 - 1,5
<i>Intergrades</i> ou transição	Equilíbrio entre pedogênese e morfogênese	2 - 2,5
Fortemente Instáveis	Morfogênese	3

**Fonte:** Adaptado de Dantas; Costa e Zanella (2016) e Loureiro (2011), com bases nos estudos de Tricart (1977).

A construção do índice se deu a partir da predisposição do ambiente, frente aos fatores ambientais naturais do qual os setores censitários dos bairros analisado se inseriram. Os dados utilizados para as gerações das médias foram: geológicos, geomorfológicos, pedológicos, bem como os dados de uso e ocupação da área, associando assim, aos dados de sistemas ambientais da cidade de Fortaleza.

Para a correlação dos atributos naturais e estruturais utilizados, optou-se pela área de maior abrangência espacial de cada setor censitário, ou seja, a partir de cálculos de maior percentual da área dos sistemas ambientais em relação à área vetorial do setor censitário.

Para a espacialização dos sistemas ambientais conforme a área de estudo, utilizou-se dados vetoriais a partir dos estudos de Souza *et al.* (2009) compreendendo uma escala de 1:25.000 para a cidade de Fortaleza.

Para o manuseio de dados e confecção dos mapas, resultaram da utilização de técnicas operacionais, como o uso das geotecnologias como os SIG's (Sistemas de Informações Geográficas). Fazendo o uso de ferramentas para análise e caracterização espacial como o Qgis 2.18 (versão La Palmas) e o *Google Earth*, para o manuseio de informações matriciais e vetoriais.

O software Qgis consiste em um programa de software livre com código-fonte aberto, em uma multiplataforma de sistema de informação geográfica (SIG) que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

Para a definição dos critérios geológicos, geomorfológicos e pedológicos da área, utilizou-se uma associação de informações a partir do Diagnóstico Geoambiental do município de Fortaleza (2009) e bases de dados fornecidos pela Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente – SEUMA.

Já o uso e ocupação do solo da área estudada, foram definidos a partir da efetivação de mapeamento direto, através do processo de vetorização, tendo como base o uso de imagens de satélites do tipo ortofotos da cidade de Fortaleza do ano de 2016, com

resolução espacial de 60 cm, fornecido pela Secretaria Municipal de Finanças – SEFIN, da cidade de Fortaleza. Tomou-se como base o uso de dados vetoriais de assentamentos precários fornecidos pela Prefeitura de Fortaleza – FORTALEZA 2040 (2016), bem como uma base vetorial comparativa do zoneamento propositivo da cidade de Fortaleza, disponibilizado pela Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente – SEUMA.

No Quadro 5, são identificadas as atribuições de peso conforme o nível de instabilidade dos ambientes, a fim de obter uma média geral dos valores das classes de vulnerabilidade ambiental.

Quadro 5 - Índices de Vulnerabilidade Ambiental.

DIMENSÃO/VARIÁVEL	ATRIBUTOS	CLASSE/VALORES
GEOLOGIA (UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS)	FORMAÇÃO BARREIRAS	1
	SEDIMENTOS ALUVIAIS	3
	SEDIMENTOS LACUSTRES	3
GEOMORFOLOGIA	TABULEIROS PRÉ-LITORÂNEOS	1
	ÁREA DE INUNDAÇÃO SAZONAL	2,5
	PLANÍCIE LACUSTRE	3
	PLANÍCIE FLUVIAL	3
PEDOLOGIA	NEOSSOLO LITÓLICO	2,5
	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO	1
	NEOSSOLO FLÚVICO	2,5
USO E OCUPAÇÃO	ÁREA DE OCUPAÇÃO URBANA CONSOLIDADA	1
	ÁREA DE OCUPAÇÃO PRECÁRIA	3
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – FAIXAS DE APP	3
	SOLO EXPOSTO	2
	VEGETAÇÃO ARBUSTIVA EXPRESSIVA E/OU ESPÉCIES CULTIVADAS	2

**Fonte:** Adaptado de Dantas; Costa e Zanella (2016); Grigio (2003) e Loureiro (2011), com bases nos estudos de Tricart (1977).

Após a atribuição das classes, visando identificar os locais de ocorrência da vulnerabilidade socioambiental nos bairros em estudo, realizou-se, por meio de técnicas de geoprocessamento, a superposição dos setores censitários contendo a população qualificada na condição de baixa, média - baixa e alta vulnerabilidade social sobre o mapa de vulnerabilidade ambiental, podendo-se localizar as áreas nos bairros onde se situam a população mais vulnerável socialmente, e ainda sofrem maiores riscos ambientais por ocuparem lugares com alta vulnerabilidade ambiental.

Para isso, o estabeleceu-se uma metodologia de classificação, para atribuição aos mapas finais, conforme a metodologia aplicada. As classes consistiram em: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta (Quadro 6).

Quadro 6 - Classes do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.

CLASSES	MÉDIA
MUITO BAIXA	$> 1,00$ e $\leq 1,17$
BAIXA	$> 1,18$ e $\leq 1,67$
MÉDIA	$> 1,68$ e $\leq 2,00$
ALTA	$> 2,01$ e $\leq 2,50$
MUITO ALTA	$\geq 2,51$

Fonte: Adaptado de Dantas; Costa e Zanella (2016).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

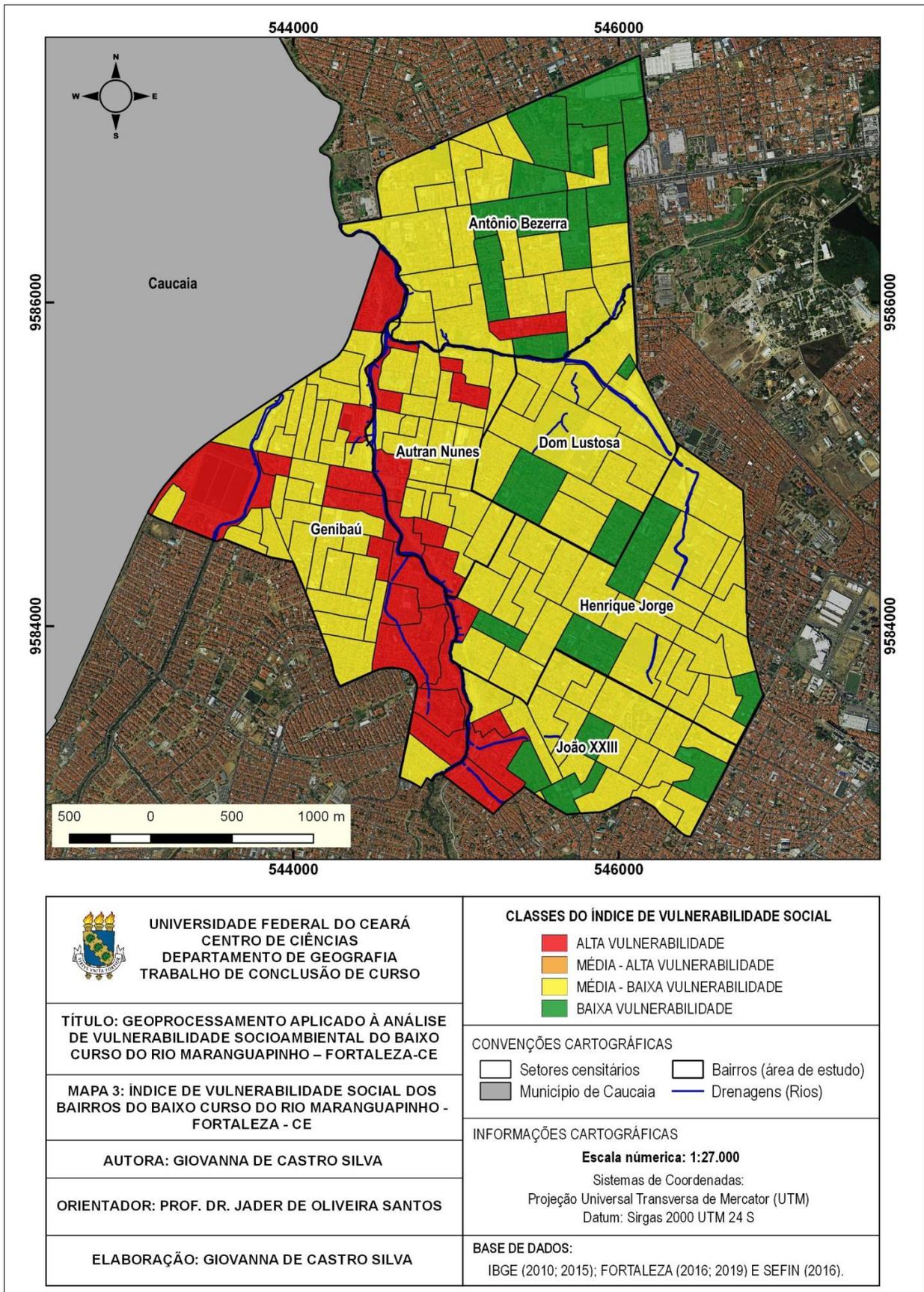
Serão discutidos os resultados obtidos através das análises e interpretações dos índices de vulnerabilidade social, ambiental e socioambiental dos bairros que compreendem o baixo curso do rio Maranguapinho. Bem como as principais relações que esses dados se estabelecem entre si, a fim explicar determinadas problemáticas associadas à área de estudo.

##### 4.1 . Índice de Vulnerabilidade Social

A vulnerabilidade social expressa de fato certa complexidade, que pode variar conforme determinados grupos sociais, em uma multidimensão, com dinamicidade independente da escala, a partir de um determinado tempo e de certas unidades de análise (MEDEIROS, 2014; ALMEIDA, 2010).

Os resultados alcançados nesta análise, com base na geração do índice de vulnerabilidade social, evidenciaram uma distribuição diferenciada e desigual nos bairros que compõem o segmento do baixo curso do rio Maranguapinho. O que explica a existência de variadas situações e realidades sociais, advindas dos processos de desenvolvimento desordenados de uso e ocupação dos bairros estudados (Figura 6).

Figura 6 – Índice de Vulnerabilidade Social dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza – CE.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Apresentaram-se apenas três classes (alta, média-baixa e baixa) do índice social distribuídos nos seis bairros analisados, portanto, não evidenciou-se a classificação de média-alta vulnerabilidade nas variáveis. A distribuição da classe alta vulnerabilidade social correspondeu 14,43% da área em estudo. Os bairros que se inserem nesta classe são: Autran Nunes, Genibaú, Antônio Bezerra, Henrique Jorge e João XXIII, com exceção do bairro Dom Lustosa, do qual não foi registrado nenhum setor que correspondia à área de alta vulnerabilidade.

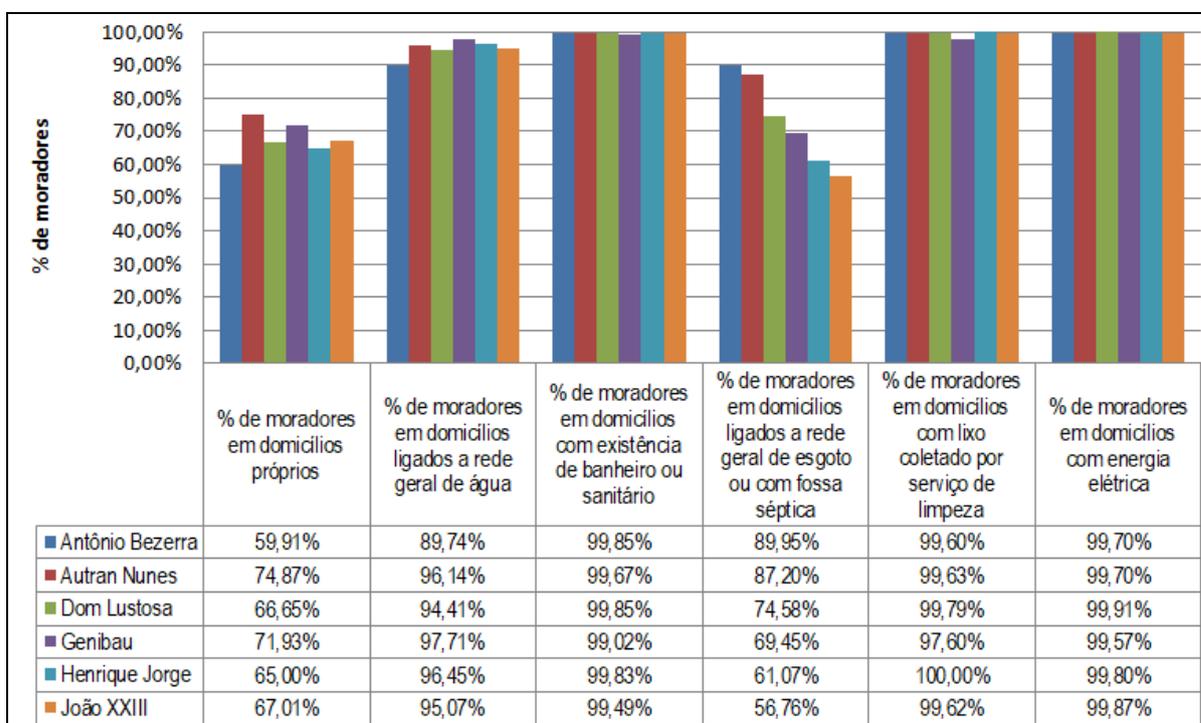
Quanto os valores do IVS, variaram de 0 até próximo de 1, com uma média de valores correspondendo a 0,2907, com desvio padrão de 0,0775 e mediana de 0,2870.

Quanto a classe média-baixa vulnerabilidade social, registrou-se um maior predomínio nos bairros em geral, com cerca de 70,15% da área total. Todos os seis bairros apresentaram setores correspondentes a essa classe. O bairro Genibaú apresentou o maior número correspondente, com cerca de 33 setores no total de abrangência. Seguido dos bairros Antônio Bezerra, com 25 setores e João XXIII, 23 setores de maior predomínio.

Já a classe de baixa vulnerabilidade correspondeu 15,42% da área total de estudo. Apenas cinco bairros apresentaram setores que corresponderam a essa classe, exceto o bairro Autran Nunes, que não apresentou nenhum setor.

No Gráfico 1 apresentam-se os dados referente as Dimensões de Habitação e Saneamento dos bairros. Verifica-se que o bairro Antônio Bezerra apresentou o menor percentual de moradores em domicílios próprios com uma média de 59,91%. Enquanto o bairro Autran Nunes teve a maior proporção com 74,87%. Em relação a porcentagem de moradores por domicílio ligado a rede geral de água, novamente o bairro Antônio Bezerra apresentou uma menor condição de abastecimento. Já a existência de banheiros ou sanitários, o bairro Genibaú seguiu com o menor valor, mas com poucas variações em relação aos demais.

Gráfico 1 - Dimensões de Habitação e Saneamento em porcentagem dos bairros que compõem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho.



Fonte: Censo Demográfico (2010), organizado pela autora (2019).

Quanto a porcentagem de moradores ligados a rede de esgoto ou fossa séptica, o bairro João XXIII apresenta-se com o menor percentual de ligação, com 56,76%, seguido dos bairros Henrique Jorge e Genibaú, com 61,07% e 69,45% respectivamente. Em relação às condições de moradores com serviços de coleta de lixo e domicílios com presença de energia elétrica, verifica-se que o bairro Genibaú apresenta pequenas variações de diferença aos demais bairros, ou seja, quanto a esses serviços, os bairros apresentaram boas condições como um todo, com média geral de 99,37% para os serviços de coleta de lixo e 99,75% para domicílios com energia elétrica.

Enfatiza-se que os programas de melhoramento de saneamento básico urbano na cidade de Fortaleza, tiveram maiores resultados com a atuação do Programa de Drenagem Urbana – DRENURB, criado em 2010, como uma primeira ação sistematizada pela Prefeitura Municipal de Fortaleza, sob a execução da Secretaria de Infraestrutura - SEINF. Tinha por objetivo promover ações da drenagem através da construção de galerias para o escoamento das águas pluviais, pavimentação de vias e ações de cunho socioambiental.

Para isso, conforme Viana (2015) o programa de fato trouxe melhorias para os bairros de condições de infraestrutura e saneamento precárias, pois amenizou as áreas de incidência de alagamentos em meio urbano, no município de Fortaleza.

Analisando a dimensão renda dos bairros, o Quadro 7 mostra os dados referentes à Dimensão da Renda, que são formados pelos indicadores de renda mensal familiar, com referência ao salário mínimo do ano de 2010, que correspondia a R\$ 510,00; formado também pela porcentagem de domicílios com renda domiciliar *per capita* inferior a ½ salário mínimo e também pela variância da renda domiciliar. Verifica-se que os valores de renda mensal por cada bairro são inferiores a 1 salário mínimo, o que indica menores condições de renda, implicando no poder aquisitivo por parte das famílias a determinados bens duráveis, alimentação, influenciando nas forma de proteção e seguro das mesmas.

Os bairros que possuem a menor renda média mensal domiciliar são o Genibaú e o Autran Nunes, com R\$ 271,39 e R\$ 288,38, respectivamente. Quanto a variância da renda média domiciliar, o bairro Dom Lustosa apresenta um elevado valor, o que verifica uma maior dispersão deste valor entre os domicílios correspondente ao bairro. O bairro Antônio Bezerra apresentou maior média mensal domiciliar, com R\$ 484,47, ao passo que o bairro Henrique Jorge, possui a segunda melhor condição de renda domiciliar, com R\$ 475,68 mensais.

Já a porcentagem de domicílios com renda domiciliar *per capita* inferior a ½ salário mínimo, aferiu-se com maiores setores o bairro Genibaú, com 19,14%, seguido novamente do bairro Autran Nunes com 17,22%. Já os bairros Henrique Jorge, Antônio Bezerra e Dom Lustosa, apresentam as menores porcentagens, com média de 8,27%.

Quadro 7 – Dimensões de renda por domicílio dos bairros que compõem o baixo curso do rio Maranguapinho.

BAIRROS	INDICADORES (ANÁLISE DE RENDA POR BAIROS)			
	Total de Moradores em domicílios particulares permanentes	* Renda média mensal domiciliar (R\$)	(%) de domicílios com renda domiciliar per capita inferior a ½ salário mínimo	Variância da renda média domiciliar (R\$)
Antônio Bezerra	25.764	484,47	8,24	1.241.645,119
Autran Nunes	21.198	288,38	17,22	679.395,7896
Dom Lustosa	13.141	469,27	8,56	1.647.582,659
Genibaú	40.310	271,39	19,14	766.084,9839
Henrique Jorge	26.965	475,68	8,02	1.774.985,2
João XXIII	18.341	385,65	10,38	733.691,1817

\* Renda média correspondente ao salário mínimo (R\$ 510,00) do ano de 2010.

Fonte: Censo Demográfico (2010), organizado pela autora (2019).

A dimensão dos bairros por educação são mostrados no Quadro 8, com destaque para a análise dos indicadores de porcentagem da população com 15 anos ou mais de idade analfabetas e a porcentagem de chefes de domicílios analfabetos. Destacam-se os bairros Autran Nunes e Genibaú, com a média de maiores taxa de porcentagem de analfabetismo, registrou-se um valor de 12,35% e 12,04% respectivamente. Apresentaram-se com as

melhores condições de educação os bairros Dom Lustosa 5,12% e o bairro Antônio Bezerra 5,29%.

Quadro 8 - Indicadores relativos à dimensão da educação dos bairros que compõem o Baixo Curso do rio Maranguapinho.

INDICADORES (ANÁLISE DE EDUCAÇÃO POR BAIROS)	BAIROS					
	Antônio Bezerra	Autran Nunes	Dom Lustosa	Genibaú	João XXIII	Henrique Jorge
Total de pessoas com 15 anos ou mais	20.478	15.396	10.155	29.035	14.229	21.243
Total de Pessoas com 15 anos ou mais de idade analfabeta	1.084	1.901	520	3.495	985	1.132
(%) da população com 15 anos ou mais de idade analfabeta	5,29	12,35	5,12	12,04	6,92	5,33
Total de Pessoas Responsáveis	7.490	5.613	3.834	11.358	5.253	7.827
Total de Pessoas responsáveis analfabetas	508	916	255	1.780	464	571
(%) de chefes de domicílios analfabetos	6,78	16,32	6,65	15,67	8,83	7,30

Fonte: Censo Demográfico (2010), organizado pela autora (2019).

Já o percentual de analfabetos por chefes de domicílios também seguiram o mesmo padrão do indicador anterior, com percentual de 16,32% para o bairro Autran Nunes e com 15,67% para o Genibaú. O bairro Dom Lustosa e Antônio Bezerra apresentaram novamente melhores condições de chefes de domicílios alfabetizados.

Almeida (2012) reitera o importante papel da educação nas condições de vulnerabilidade, pois a educação está ligada a uma posição considerada ao socioeconômico, visto que quanto maior o tempo de estudos, maior seria o ganho de expectativa de vida e melhores habilidades de compreender melhor os riscos e uma maior capacidade de informações de recuperação de um determinado fator.

Quanto a Dimensão de Situação Social dos bairros que compreendem o segmento do Baixo Curso do rio Maranguapinho. Merecem destaque os indicadores que correspondem a média de moradores por domicílio; razão de dependência; total e a porcentagem de mulheres responsáveis pelo domicílio com ausência do cônjuge ou companheiro e porcentagem de agregados à família.

Nota-se no Quadro 9 que os bairros em geral apresentaram médias semelhantes, com uma média geral de 3,53 por domicílio. Já os bairros Autran Nunes e João XXIII apresentaram as maiores médias de moradores por domicílio, ou seja, maior quantitativo de

setores com 3,78 e 3,52 respectivamente. O que consta segundo Medeiros (2014), que quanto maior os valores correspondente a esse indicador, maior será a tendência da vulnerabilidade social ser mais alta para os que residem.

Quanto o indicador de razão de dependência, os bairros Autran Nunes e o Genibaú seguem com os maiores valores de porcentagem, com 46,54% e 44,95% ambos. O bairro Antônio Bezerra segue com a menor razão 39,34%. De acordo com o IBGE (2010), razão de dependência consiste em uma medição entre a população economicamente dependente e população economicamente ativa.

É importante enfatizar que a presença de idosos em grupos exposto aos riscos, tanto natural como social, torna-os mais vulneráveis, devido as dificuldades psicomotoras que os afetam, contribuindo para a diminuição de resiliência dos mesmos (MEDEIROS, 2014).

Quanto a porcentagem de mulheres chefes de domicílios, os bairros que merecem destaque pelas maiores porcentagem são: o Antônio Bezerra 77,50% e o Autran Nunes com 76,62%. Ao observar o total de mulheres responsáveis pelo domicílio particular com ausência do cônjuge ou companheiro, o bairro Antônio Bezerra merece destaque novamente com 10.793 mulheres e o bairro Genibaú com 20.796 no total. Faz-se importante levar em consideração esse fator como um condicionante de situação social, como demonstra no Quadro 9, pois quanto maior a propensão desses indicadores revela que a família estará sujeita as certas condições de vulnerabilidade social, pois levam em consideração mulheres que assumem o dobro da responsabilidade domiciliar.

Quadro 9 - Indicadores relativos à dimensão de situação social nos bairros que compõem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho.

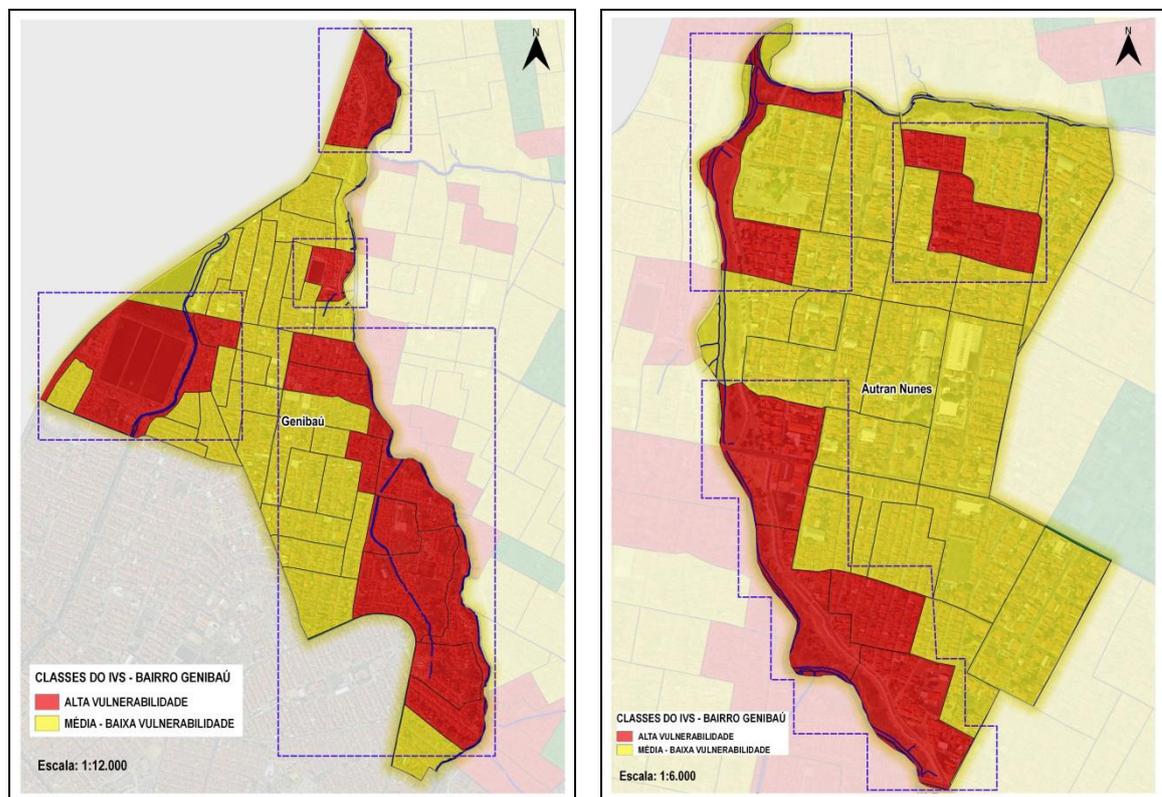
INDICADORES (ANÁLISE DE SITUAÇÃO SOCIAL POR BAIRROS)	BAIRROS					
	Antônio Bezerra	Autran Nunes	Dom Lustosa	Genibaú	Henrique Jorge	João XXIII
Média de moradores por domicílio	3,45	3,78	3,44	3,55	3,45	3,52
Razão de dependência (%)	39,34	46,54	41,27	44,95	39,95	41,06
Total de Mulheres responsáveis pelo domicílio particular com ausência do cônjuge ou companheiro	10.793	8.372	5.175	15.823	10.745	7.354
Total de Mulheres responsáveis pelo domicílio particular	13.926	10.926	7.037	20.796	14.381	9.709
(%) de mulheres chefes de domicílios	77,50	76,62	73,54	76,09	74,72	75,74

<b>Agregados (as) em domicílios particulares</b>	115	130	64	151	121	92
<b>(%) de agregados à família</b>	0,45	0,61	0,49	0,37	0,45	0,50

Fonte: Censo Demográfico (2010), organizado pela autora (2019).

Diante das dimensões analisadas, o bairro Genibaú apresentou-se com maiores setores de expressão territorial, correspondendo a classe de alta vulnerabilidade (Figura 7 e 8). Os setores, em sua maioria, correspondem às áreas de infraestruturas mais precárias, bem como próxima e dentro das faixas de APP (Área de Preservação Permanente), margeando assim os leitos do rio Maranguapinho, ou seja, as áreas mais susceptíveis aos riscos.

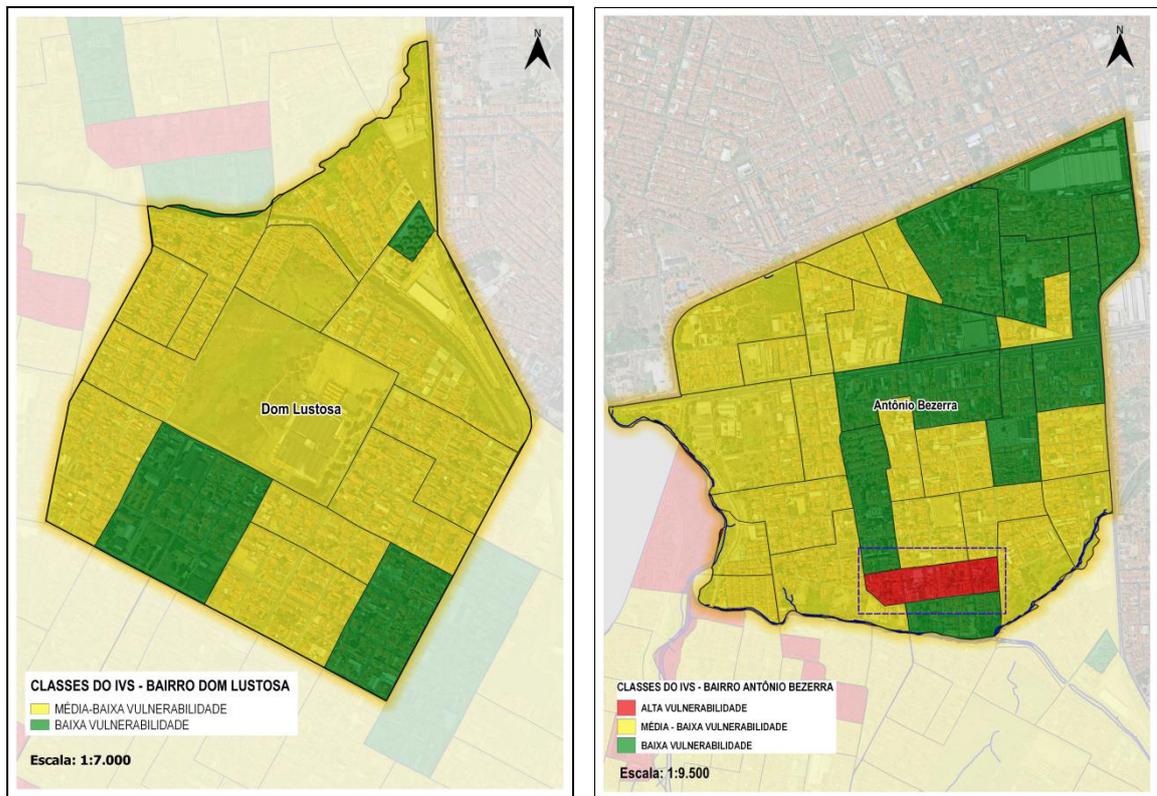
Figura 7 e 8 – Recorte dos bairros Genibaú e Autran Nunes com maiores setores censitário correspondente à alta vulnerabilidade social.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os bairros que apresentaram uma maior quantidade de setores em situação de baixa e média-baixa vulnerabilidade foram os bairros Dom Lustosa, com nenhuma presença de setor que correspondesse a alta vulnerabilidade social. Já o bairro Antônio Bezerra apresentou-se com maiores setores censitários com baixa vulnerabilidade social em relação aos demais bairros. Mas, verifica-se um setor de alta vulnerabilidade de maior abrangência (Figuras 9 e 10).

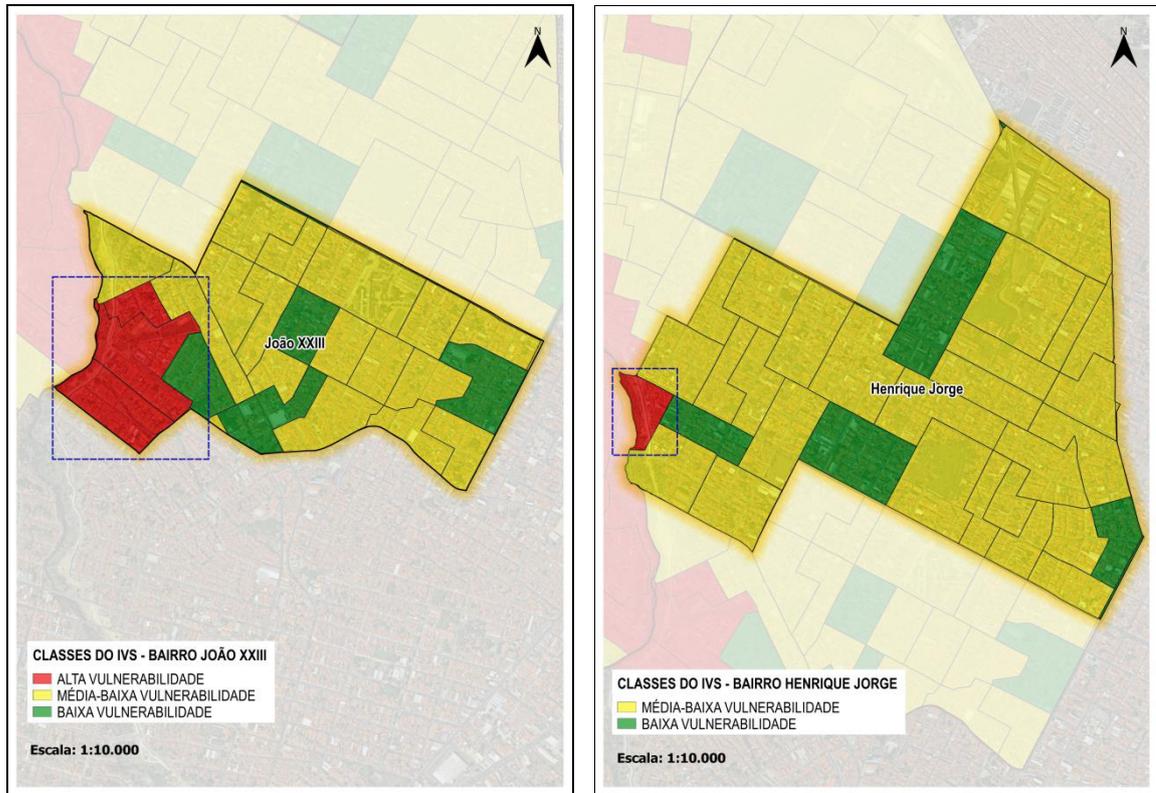
Figura 9 e 10 – Recorte dos bairros Dom Lustosa e Antônio Bezerra com maiores setores censitário correspondente à alta vulnerabilidade social.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Já os bairros que apresentaram maiores variações espaciais de setores censitários foram o João XXIII com presença de setores correspondendo às três classes, predominando a alta vulnerabilidade em áreas mais próximas as drenagens e o leito principal do rio (Figuras 11 e 12).

Figura 11 e 12 – Recorte dos bairros João XXIII e Henrique Jorge com maiores setores censitário correspondente à alta vulnerabilidade social.



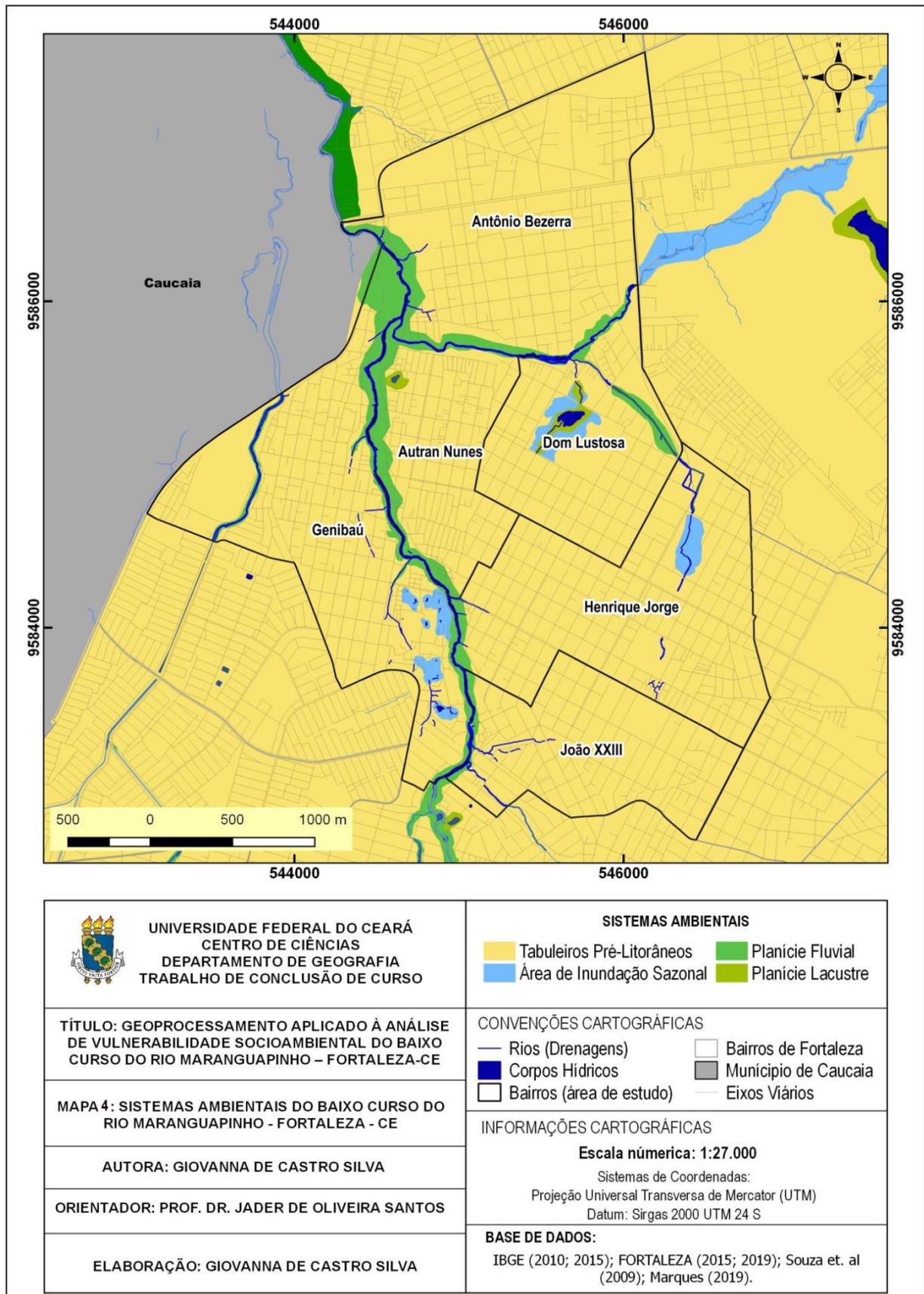
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

#### 4.2. Índice de Vulnerabilidade Ambiental

Com os processos de adensamento populacional num curto espaço de tempo ocasionaram-se maiores problemas de cunho socioambientais. Nesse sentido, faz-se premente uma associação dos componentes geoambientais para a análise das inter-relações existentes, além de identificar as potencialidades e, principalmente, as limitações impostas ao uso e ocupação do solo no município de Fortaleza, em especial os bairros que compõem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho, com base na capacidade de homeostase e resiliências dos diferentes sistemas ambientais (FORTALEZA, 2009).

Os sistemas ambientais são identificados e hierarquizados conforme a inter-relação dos seus componentes, dimensões, características e evolução (SOUZA, 2009). Para isso, identificaram-se quatro sistemas ambientais nos bairros que compõem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho (Figura 13).

Figura 13 – Sistemas ambientais dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza - CE.



Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro sistema ambiental de maior predomínio foram os Tabuleiros Pré-Litorâneos, predominando em todos os bairros analisado. Os tabuleiros consistem em superfícies de topo plano ou suavemente ondulado e com larguras variadas, composta por material arenoso e/ou areno-argiloso inconsolidado. Apresenta um relevo mais estabilizado, baixo potencial para ocorrência de movimentos de massa e topografia favorável para a implementação de todos os modelos de loteamentos e arruamentos (FORTALEZA, 2009; BRANDÃO, 1995).

O segundo sistema ambiental de maior abrangência foram as Planícies Fluviais (615,647 m<sup>2</sup>), do qual segmentou todos os bairros, predominando em toda a extensão os bairros Genibaú e Autran Nunes. As Planícies Fluviais são caracterizadas por superfícies planas, oriundas de acumulação de sedimentos inconsolidados fluviais, sujeitas a inundações sazonais e revestidas primariamente por matas ciliares; ocorrem como feições sazonais, ocupando faixas de deposição aluvial, bordejando as calhas fluviais do rio Maranguapinho, que apresentam setores desordenadamente ocupados (FORTALEZA, 2009).

Já as áreas de Planícies Lacustres apresentaram-se apenas nos bairros Autran Nunes e Dom Lustosa. As planícies lacustres podem ser definidas como lagoas de origem fluvial, litorânea ou freática e planícies ribeirinhas com material inconsolidado, revestidas por matas ciliares degradadas (SOUZA, *et al.* 2009).

Quanto às Áreas de Inundação Sazonal – AIS verificou-se uma maior abrangência deste sistema no bairro Genibaú, seguido dos bairros Dom Lustosa e Henrique Jorge, mas com poucas expressões de área. Estas podem ser caracterizadas como superfícies planas com ou sem cobertura arenosa, sujeitas a inundações sazonais, precariamente incorporadas à rede de drenagem. Sedimentos argilosos tendem a contribuir para a impermeabilização dos horizontes superficiais dos solos favorecendo a permanência da água (SOUZA, *et al.* 2009).

O Quadro 10 apresenta uma síntese dos sistemas ambientais que compreendem os bairros do seguimento do baixo curso do rio Maranguapinho, do qual tomou-se como base para a análise das compartimentações. Conforme Medeiros (2014), os estudos dos sistemas ambientais se dão através de suas principais características naturais, potencialidades, limitações, ecodinâmica e impactos/ riscos ambientais.

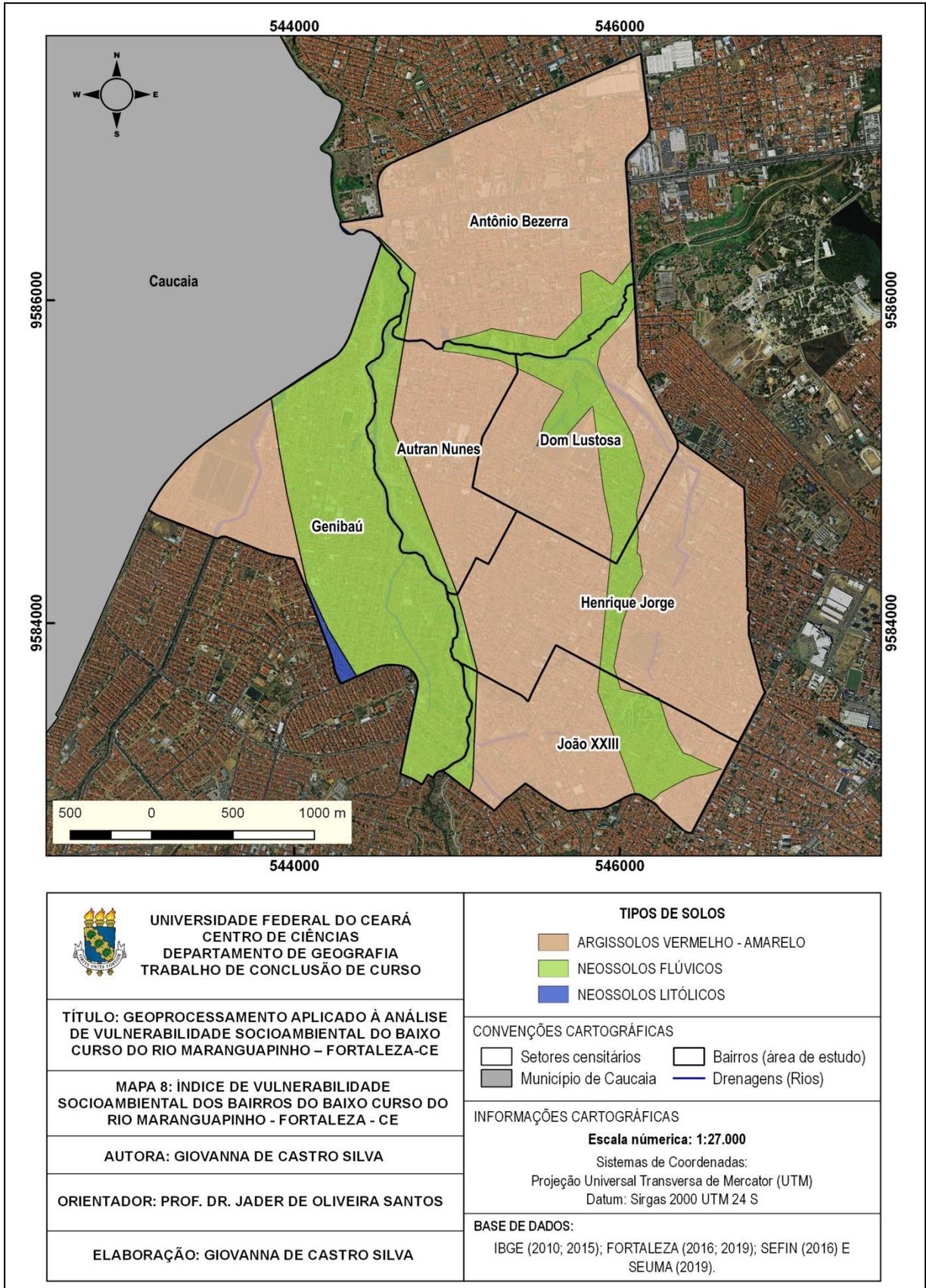
Quadro 10 – Características gerais dos sistemas ambientais que predominam nos bairros do segmento do Baixo Curso do rio Maranguapinho.

SISTEMAS AMBIENTAIS PREDOMINANTES	LIMITAÇÕES	POTENCIALIDADES	ECODINÂMICA	IMPACTOS E RISCOS
TABULEIROS PRÉ-LITORÂNEOS	Deficiência hídrica durante a estiagem.	Expansão urbana; instalação viária; relevo estabilizado; baixo potencial para ocorrência de movimentos de massa; favorável à implantação de loteamentos e arruamentos; manto de alteração muito espessa; fácil escavabilidade; fragilidades pouco restritivas ao uso e ocupação urbano industrial, agrícola, aterros sanitários, dentre outros.	Ambiente estável e medianamente estável	Riscos de poluição dos recursos hídricos; impermeabilização do solo por expansão urbana pode comprometer a recarga de aquíferos; ordenamento do uso e ocupação das vertentes que têm caimento para os fundos de vales.
PLANÍCIE FLUVIAL	Restrições legais, visando à preservação de matas ciliares; inundações sazonais; expansão urbana nos baixos níveis de terraços fluviais; alta vulnerabilidade a contaminação e poluição dos recursos hídricos.	Recursos Hídricos e Agroextrativismo.	Ambientes de Transição	Degradação das matas ciliares, desencadeando processos erosivos, assoreamento de leitos fluviais e agravamento das inundações; poluição dos recursos hídricos; concentração de moradias nas áreas ribeirinhas.
PLANÍCIE LACUSTRES	Ambientes legalmente protegido; inundações periódicas; alto tempo de permanência da água (baixa taxa de renovação); mineração descontrolada.	Patrimônio paisagístico; recursos hídricos superficiais; recreação e turismo; pesca artesanal; agroextrativismo controlado.	Ambientes Instáveis	Comprometimento da qualidade da água; perda de atrativos em função de ocupação desordenada; despejo de efluentes e de resíduos sólidos; eliminação de espécies piscícolas; redução e comprometimento da biodiversidade.
ÁREA DE INUNDAÇÃO SAZONAL	Inundações sazonais; vulnerabilidade à poluição dos recursos hídricos; expansão urbana e ocupação desordenada.	Mineração controlada; agroextrativismo; recursos hídricos.	Ambientes de Transição	Concentração de moradias em áreas de inundações durante o período chuvoso.

Fonte: Adaptado de Fortaleza (2009).

Quanto às características pedológicas da área verificou-se a presença dos Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho – Amarelo e os Neossolos Flúvicos para os bairros analisados (Figura 14). Os Neossolos Litólicos apresentaram-se com pouca abrangência da área dos bairros. Enquanto os Neossolos Flúvicos configuraram-se em toda extensão das planícies fluviais, bem como partes de outros sistemas ambientais. Os Argissolos Vermelho – Amarelo compreendem toda a área de estudo, ou seja, com maior área de abrangência. Enquanto os Neossolos Litólicos correspondem a uma pequena porção, encontrada no bairro Genibaú.

Figura 14 – Tipos de solos dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza – CE.



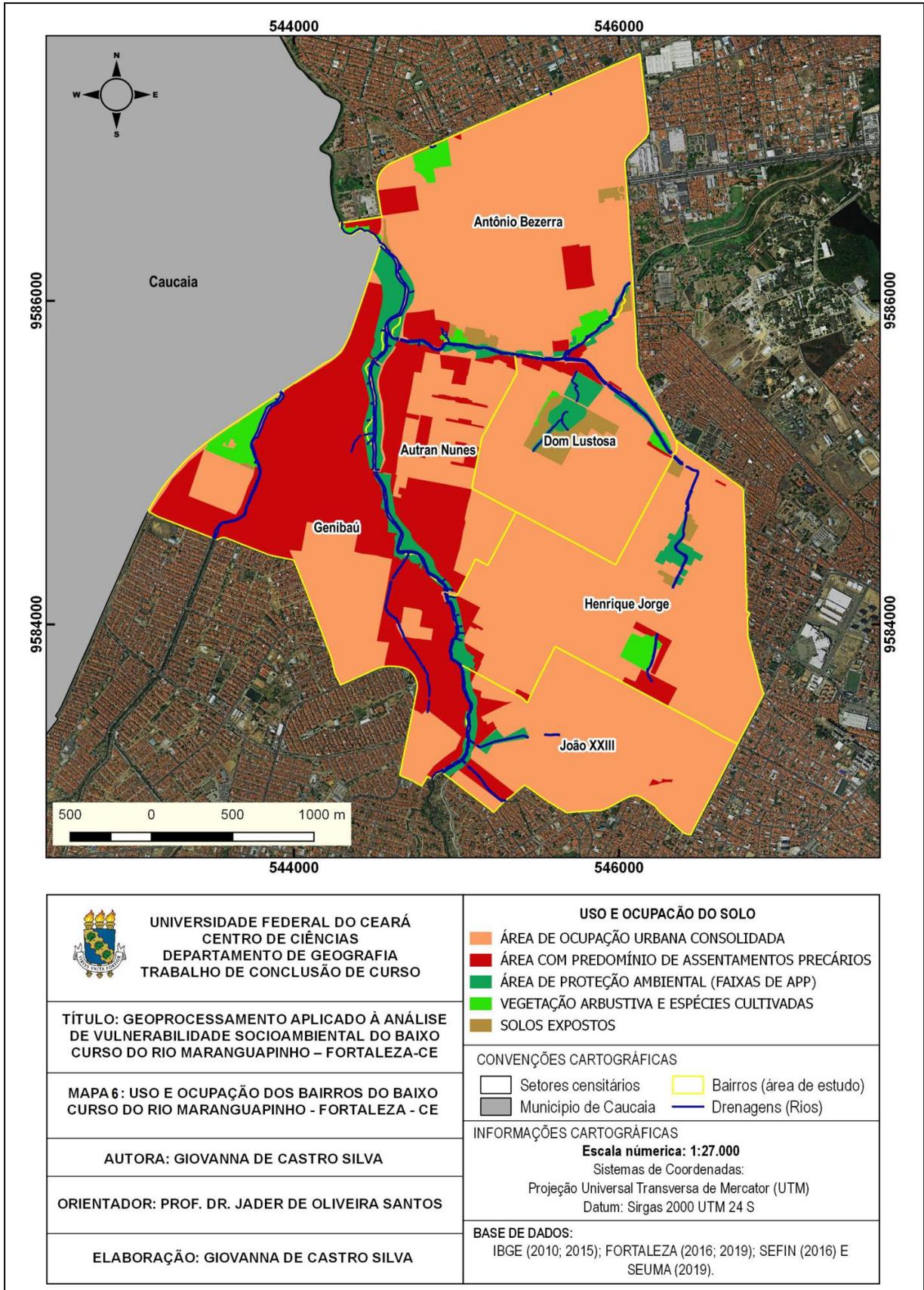
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Quanto aos critérios de uso e ocupação utilizados no mapeamento, verifica-se que há uma maior consolidação da urbanização (comércios, indústrias de pequeno porte, áreas de lazer e esportiva, estações de tratamento de esgoto etc.) do qual predominou a maior parcela de uso e ocupação dos bairros que compreendem o baixo curso do rio Maranguapinho.

Já a segundo maior uso de abrangência se configurou através dos assentamentos precários, que conforme Moraes (2016) são consideradas infraestruturas com inadequações de sítios ocupados, situados predominantemente em áreas de maiores riscos socioambientais.

A segunda maior área de uso e ocupação configurou-se como as áreas de preservação e proteção ambiental. Seguidas das áreas de solos expostos, áreas que não predominavam nenhum tipo de ocupação urbana e nenhuma presença de vegetação, ou seja, solo desnudo ou sem cobertura vegetal. E com poucas expressividades, às áreas de vegetação com aporte considerável arbustivo e com presença de espécies de cultivos, ou seja, em algumas áreas de várzeas baixas da planície fluvial, verifica-se o uso de agricultura de subsistência e uso da pecuária (Figura 15).

Figura 15 - Uso e ocupação dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza – CE.

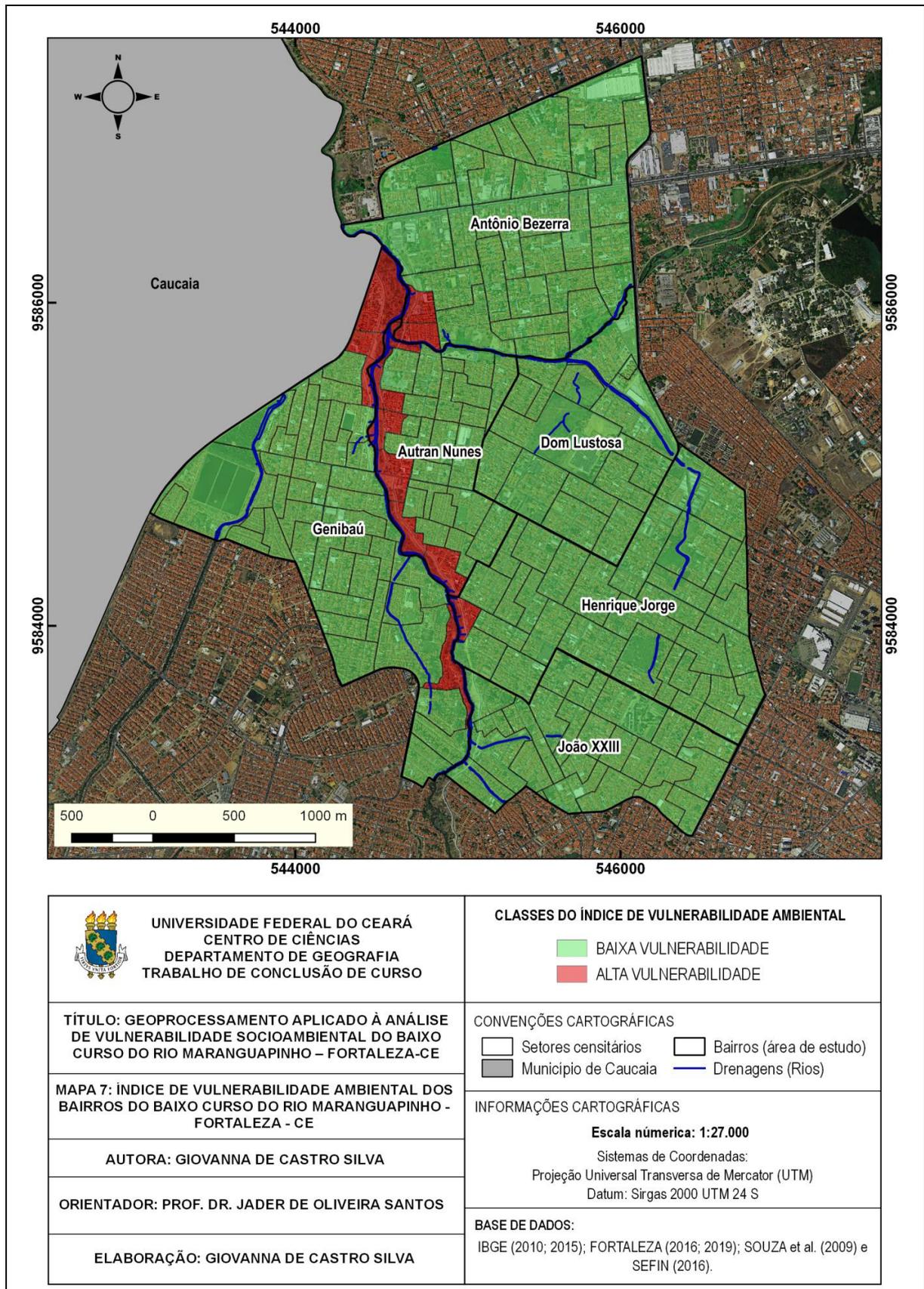


Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Após o cruzamento dos componentes naturais e do uso e ocupação do solo, obteve-se classes de vulnerabilidade ambiental por setores censitários, do qual correspondeu apenas duas classes de maior abrangência, a de baixa vulnerabilidade e de alta vulnerabilidade. A partir das relações dos ambientes estáveis, em transição e instáveis (Figura 16).

Os índices que corresponderam à classe de baixa vulnerabilidade configuram-se em ambientes de ecodinâmica, estáveis e de transição ou *intergrades*. Diante disso, os setores que corresponderam as áreas de baixa vulnerabilidade, constataram uma maior área de abrangência espacial em relação aos sistemas ambientais com predominância dos tabuleiros com 873 hectares de área, seguidas das áreas de planícies fluviais 62 hectares de área. Enquanto as áreas de inundação sazonais corresponderam à 14 hectares, seguidas em menor abrangência das planícies lacustres de 4 hectares.

Figura 16 – Índice de Vulnerabilidade Ambiental dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os índices que corresponderam a classe de alta vulnerabilidade ambiental foi identificado em maior abrangência nas áreas de segmento do rio Maranguapinho. Quanto a sua ecodinâmica, configura-se como ambientes com forte grau de instabilidades.

Os sistemas ambientais de maior predomínio foram as áreas das planícies fluviais, bem como as áreas consideradas e condicionadas a delimitação de preservação permanente. Segundo o Código Florestal (Lei Federal n.º 12.651/2012) as áreas de APP são consideradas como:

Uma área que deve ser protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitando o fluxo gênico de fauna e flora, protegendo o solo e assegurando o bem-estar da população (BRASIL, 2012, Art.1º, § I).

De acordo com a Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente – SEUMA, os ambientes que se configuram com altas e baixas vulnerabilidade ambiental, estão presentes no Macrozoneamento do Plano Diretor de Fortaleza (2017), como Zonas de Recuperação Ambiental (ZRA), Zonas de Requalificação Urbana I (ZRU 1) e Zonas de Preservação Ambiental dos Recursos Hídricos (ZPA 1).

### **4.3. Índice de Vulnerabilidade Socioambiental**

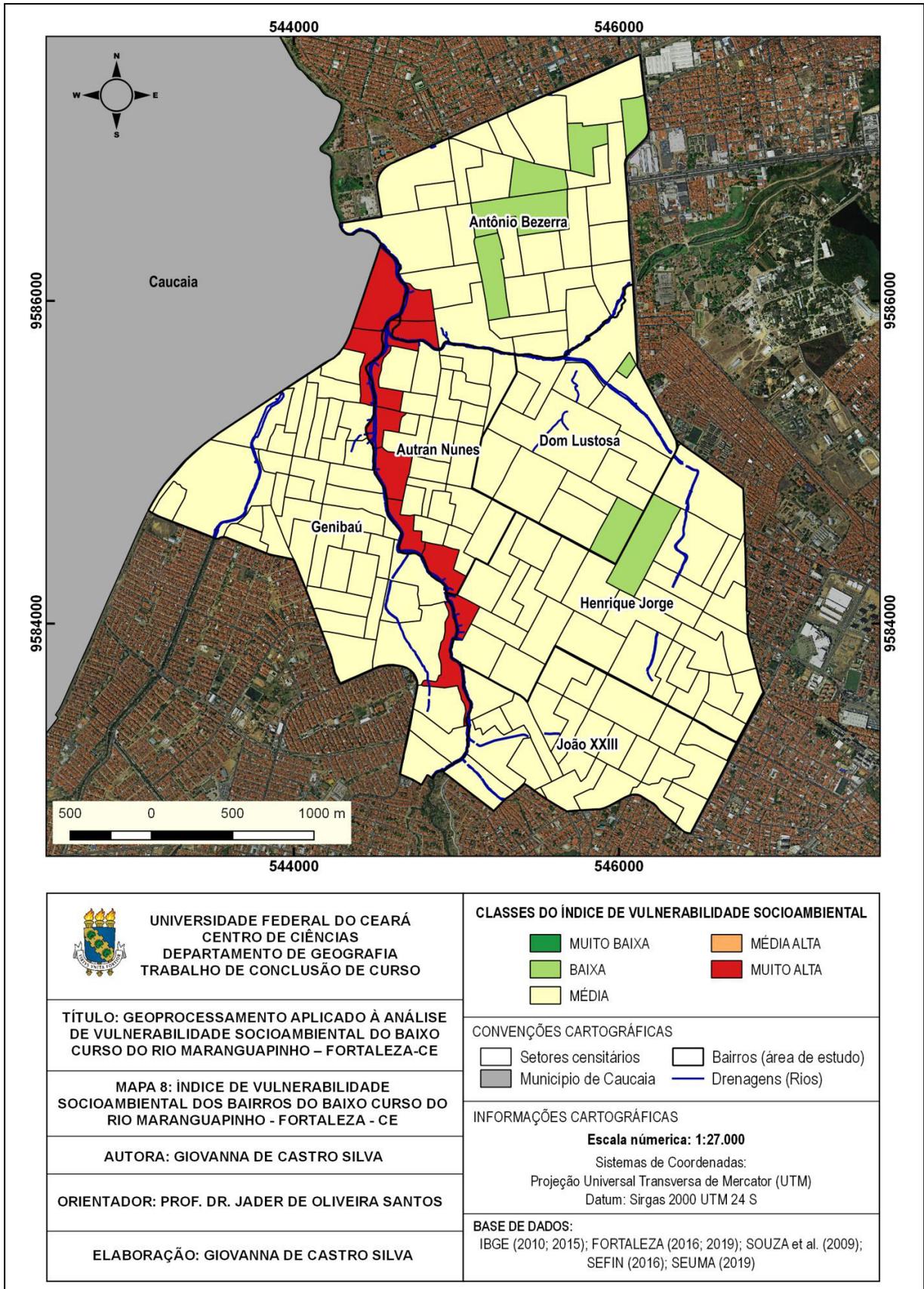
Deschamps (2004) considera que a vulnerabilidade socioambiental congrega a vulnerabilidade ambiental e social de forma simultânea, em que ambas, de certo se materializam em determinado território.

Para isso, a vulnerabilidade socioambiental irá corresponder a locais onde coexistem ambientes e populações que se encontram em determinada área de riscos. Expostos assim, a diversas situações de perigo constantes. Decorrentes de fenômenos naturais e sociais (MEDEIROS, 2013).

As classificações obtidas predominaram somente três tipos, dos quais tiveram como base a área dos setores censitários como abrangência espacial. As classes obtidas foram: alta (54 hectares), média-baixa (851 hectares) e baixa (57 hectares) vulnerabilidade socioambiental. Com destaques para os bairros Antônio Bezerra, Dom Lustosa e Henrique Jorge, onde apresentaram setores de baixa vulnerabilidade.

Já os bairros Genibaú e Autran Nunes obtiveram uma maior quantidade de alta vulnerabilidade socioambiental. Enquanto a classe de média vulnerabilidade socioambiental prevaleceu em todos os bairros analisados em estudo. O bairro João XXIII apresentou-se com predominância de uma vulnerabilidade média. Verifica-se que áreas onde predominou a alta vulnerabilidade ambiental e social, corresponderam novamente aos setores censitários onde prevalecem as áreas de maiores instabilidades ambientais (Figura 17).

Figura 17 – Índice de Vulnerabilidade Socioambiental dos bairros que compreendem o Baixo Curso do Rio Maranguapinho – Fortaleza – CE.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Abaixo foram observados a partir de registros fotográficos alguns padrões de ocupações predominantes em áreas que constaram maiores vulnerabilidades socioambientais, do tipo das classes de alta e média vulnerabilidade, verificando assim padrões de ocupações irregulares, principalmente nas margens da canalização rio Maranguapinho e nas faixas de Preservação Permanente (APP) e que estão mais susceptíveis aos riscos como as inundações e desabamentos.

A figura (A) e (B) mostra a presença de populações mais ribeirinhas à margem direita do rio Maranguapinho, onde se pode verificar assentamentos dentro das margens do leito, com padrões arquitetônicos totalmente precários de moradias, ou seja, sem infraestruturas adequadas, mais susceptíveis aos desastres ambientais, como as inundações e enchentes. Neste trecho também ocorre as obras de requalificação urbana do Projeto Rio Maranguapinho, sob execução do Governo Federal, através da Secretaria das Cidades. Verifica-se a retirada da cobertura vegetal, bem como a presença de processos erosivos e de assoreamento, do qual ocasiona a descaracterização do canal fluvial (Figura 18).

Conforme Maia (2015), a retirada da cobertura vegetal é um fator ocasionado pelos processos de ocupação urbana que tem por diminuir a capacidade de infiltração hídrica e, por consequência o aumento do escoamento superficial. Mas uma série de outros fatores também tem propiciado essa retirada como os problemas relacionados à disposição de resíduos sólidos, o descarte de efluentes domésticos e de indústrias, além da canalização do rio executado pelas obras de requalificação urbana.

Figura 18 - Caracterização de alguns padrões de residências e ocupações dos bairros Autran Nunes e João XXIII correspondente à classe de alta e média vulnerabilidade socioambiental.



Fonte: Autora (2019).

A figura 19 são verificados padrões de assentamentos situados em áreas de risco, nota-se que essas residências estão mais próximas das vias de acesso, como as avenidas e ruas. Na figura (C), encontra-se um padrão de residência bem próximo a ponte de acesso viário, com grande probabilidade de desabamento, devido à falta de um alicerce adequado, comprometendo assim a estrutura da mesma.

Na figura (D), na margem direita, nota-se um maior aglomerado de casas situadas bem nas faixas de APP do rio e que apresentam diversas desregularizações em suas estruturas, comprometendo mais ainda a qualidade ambiental do mesmo, pois boa parte dos esgotos residenciais é destinada ao seu leito principal, ou seja, tem-se uma maior precariedade do saneamento básico nessas áreas, além de estar exposto às ocorrências de inundações periódicas, este fato também pode ser verificado nas duas margens do rio, tanto a direita como a esquerda.

Figura 19 – Caracterização de alguns padrões de residências e ocupações dos bairros Genibáu e Antônio Bezerra correspondente à classe de alta e média vulnerabilidade socioambiental.



Fonte: Autora (2019).

Na figura 20 encontram-se residências mais próximas as margens do rio, mas com maior grau de consolidação, ou seja, áreas que já passaram por processos de requalificação urbana, mas que permaneceram certos assentamentos do qual estão situados nas áreas consideradas de preservação permanente. Na figura (E) verifica-se um maior grau de pavimentação urbana, com infraestruturas que favorecem a canalização do rio. A figura (F) nota-se a presença de vegetações mais preservadas à margem do rio, bem como a presença de residências bem próximas a essas margens.

Figura 20 - Caracterização de alguns padrões de residências e ocupações dos bairros Henrique Jorge e Dom Lustosa correspondente à classe de alta e média vulnerabilidade socioambiental.



Fonte: Autora (2019).

Dessa forma, as áreas do qual predominam a classe de alta vulnerabilidade socioambiental, também coexistem com determinadas áreas de riscos ambientais, em que estão inseridas em maior parte nas áreas da planície fluvial. De acordo com Lima (2018), as principais inundações fluviais ocorrem nos bairros Genibaú, João XXIII, Henrique Jorge, Autran Nunes, Dom Lustosa e Antônio Bezerra.

Segundo Zanella *et al.* (2013), as ocupações que se sucederam nessas áreas, são exemplos de processos históricos de exclusões sociais, do qual são caracterizadas por populações socialmente vulneráveis, tanto em termos de renda, educação, estruturas, saneamento básico e do fator de propriedade da terra. São nessas áreas que as populações mais pobres são acometidas por desastres hidroclimáticos, principalmente nos períodos propícios, como a quadra chuvosa.

Malta *et al.* (2017) reforça que a vulnerabilidade socioambiental está diretamente relacionada à urbanização do Brasil, onde, em 2010, cerca de 80% da população brasileira já vivia em áreas urbanas. Além da urbanização concentrada, levando as infraestruturas a não acompanharem tal crescimento repentino, que trouxe uma série de consequências, em sua maioria negativa, devido à falta de planejamento urbano e de uma política econômica menos concentradora.

Diante disso, as condições de vulnerabilidades socioambientais, associadas às ameaças naturais atingem particularmente populações que se encontram em situações de precariedade social, do qual estas também possuem recursos limitados para lidar frente a esses eventos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos de ocupação urbana que se sucedeu em Fortaleza na metade do século XX, ocasionaram diversos problemas socioeconômicos e ambientais, pois foi realizado de forma desordenada, sem considerar de fato as potencialidades e as fragilidades dos ambientes naturais. Verificando assim, diversos usos e apropriações de espaços considerados instáveis ambientalmente (SANTOS, 2016).

As vulnerabilidades e os riscos se evidenciam durante o período das chuvas. A distribuição desses impactos oriundos dos riscos tem mostrado que estes se retêm, sobretudo, na zona oeste/sudoeste de Fortaleza, região em que há o predomínio de populações mais vulneráveis, principalmente aquelas que residem nas planícies fluviais da bacia dos rios Maranguapinho/Ceará, dentre os impactos destacam-se as frágeis condições sociais, econômicas, culturais e físico-estruturais que impedem a sua capacidade de resistência e resiliência (FREITAS, 2013).

Destaca-se que as populações de baixa renda, via de regra, acabam ocupando os lugares mais ambientalmente vulneráveis, principalmente as áreas de preservação permanente. Diante disso, o setor oeste da cidade de Fortaleza, configura-se dentro dessas condições, tornando áreas totalmente susceptíveis aos riscos naturais.

A partir do que foi exposto na pesquisa, constata-se que bairros inseridos no segmento do baixo do rio Maranguapinho apresentaram contrastes sociais e ambientais bem visíveis e com distribuições bem heterogêneas em relação aos níveis de vulnerabilidades.

Quanto à aplicação do índice estatístico obtiveram-se resultados considerados com a realidade de cada bairro, para isso, pode atender o objetivo proposto pela pesquisa. O índice apresentou-se de forma variada espacialmente em relação aos bairros, obtendo uma maior classificação de setores em situação de baixa e média-baixa vulnerabilidade.

O que se verifica de forma geral é que as classes de alta vulnerabilidade social se inserem em sua maioria na medida em que se aproxima do leito do rio, ou seja, em torno da planície fluvial. Em geral, os bairros verificaram-se partes da classificação de alta vulnerabilidade socioeconômica, com exceção ao bairro Dom Lustosa, com nenhuma presença de setor correspondente, este bairro é o único que não faz parte do margeamento do leito principal do rio Maranguapinho, mas no entorno de sua delimitação apresenta afluentes do rio.

Já o índice de vulnerabilidade socioambiental, os bairros que obtiveram maiores quantidades da classe de alta vulnerabilidade foram os bairros Parque Genibaú e Autran

Nunes, esses bairros também corresponderam com as classes de alta vulnerabilidade do índice estatístico, mas com variações consideráveis na sua distribuição espacial. Ambos os bairros também concentram boa parte dos problemas de assentamentos precários de moradia, associados a uma série de outros problemas socioeconômicos.

O que de fato pode-se concluir é que houve diferenciações em relação a aplicação dos dois índices, tanto o IVS quanto o IVSA, em que algumas áreas de correspondência dos setores censitários dos bairros não configuraram de forma semelhante de classificação, ou seja, bairros que se apresentaram com alta vulnerabilidade social, não configurou-se como alta ou aproximado do índice final da vulnerabilidade socioambiental, isso também de verificou-se nas demais classificações. Esse fato também é devido o IVSA ter se configurado com certas homogeneidades em relação a sua espacialização geográfica.

A aplicação desta pesquisa apresentou certas limitações, principalmente de ordem temporal e espacial, devido as escalas de certos dados e atributos espaciais não serem compatíveis, podendo até mesmo ocasionar possíveis deformações nos dados cruzados, principalmente em áreas que exigem um maior detalhamento de dados, como em nível dos bairros. Outra limitação que pode ser destacada é o fato da aquisição de dados serem escassas, principalmente os dados naturais e ambientais.

É importante mencionar que a metodologia aplicada do índice de vulnerabilidade ambiental e socioambiental no nível de setores censitários por bairros em uma escala mais detalhada, pode sofrer alterações de forma a mascarar situações espaciais, devido os problemas destacados de compatibilidades espaço-temporais.

Diante disso, para lidar com as problemáticas nos ambientes urbanos, é necessário considerar ações e políticas que visem o planejamento urbano, levando em consideração as atuais condições de uso de cada localidade. Os estudos de vulnerabilidades sociais e ambientais tornam-se medidas que visam uma melhor correlação dos espaços urbanos em relação aos atuais problemas enfrentados.

Dessa forma, a delimitação dos sistemas e o mapeamento das vulnerabilidades podem contribuir de forma bastante significativa para o planejamento territorial, ajudando a identificar certas potencialidades e limitações, sobretudo na identificação de certos riscos de ocupações impróprias e irregulares, do qual contribui para uma maior degradação ambiental e uma maior suscetibilidade a uma vulnerabilidade socioambiental dos espaços urbanos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Andressa Souza. **Análise da qualidade ambiental do médio e baixo curso do rio Maranguapinho, no município de Fortaleza - Ceará.** 2019. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Centro de Ciências e Tecnologia Programa de Pós - Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <[http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/16778/1/2004\\_dis\\_lbfsales.pdf](http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/16778/1/2004_dis_lbfsales.pdf)>. Acesso em: 14 set 2019.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. **Riscos Ambientais e Vulnerabilidades nas cidades Brasileiras: Conceitos, Metodologias e Aplicações.** São Paulo,: Cultura Acadêmica,, 2012. 217 p. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/109207>>. Acesso em: 14 set. 2019.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. **Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos: Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho.** Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará.. 2010. 310 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104309/almeida\\_lq\\_dr\\_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104309/almeida_lq_dr_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 10 out. 2019.

ALVES, Humberto Prates da Fonseca. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Rev. Bras. Estud. Popul.**, São Paulo, v. 23 n.1, p. 43-59, jan/jun. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-30982006000100004&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-30982006000100004&script=sci_abstract&lng=pt)>. Acesso em: 1 out. 2019.

ANUÁRIO DO CEARÁ. **Índice de Desenvolvimento Humano por bairro de Fortaleza.** 2019. Disponível em: <<http://www.anuarioceara.com.br/indice-bairros-fortaleza/>>. Acesso em: 03 set. 2019.

AQUINO, Afonso Rodrigues de.; PALETTA, Francisco Carlos.; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. **Vulnerabilidade Ambiental.** São Paulo: Blucher, 2017. 112 p. Disponível em: <https://openaccess.blucher.com.br/article-details/vulnerabilidade-ambiental-20402>. Acesso em: 14 nov. 2019.

BRANDÃO, R. L. **Sistemas de informações para a Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza - Projeto SINFOR.** Diagnostico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação da Região Metropolitana de Fortaleza. CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. 1995.

BRASIL. Lei Federal n.º 12.651. **Institui o novo Código Florestal.** 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 02 nov. 2019.

BUSSO, Gustavo. **La vulnerabilidad social y las políticas sociales a inicios del siglo XXI: una aproximación a sus potencialidades y limitaciones para los países latinoamericanos.** Santiago do Chile: Cepal/Celade, 2001.

CÂMARA, Gilberto.; DAVIS, Clodoveu. Introdução. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. (Org.). **Introdução à ciência da geoinformação.** São José dos Campos

- SP. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2001. 57 p. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4108352/mod\\_resource/content/1/CAMARA%20Intoducao%20Ciencia%20Geoinformacao.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4108352/mod_resource/content/1/CAMARA%20Intoducao%20Ciencia%20Geoinformacao.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2019.

CARDOSO, Adauto. L. **Desigualdades urbanas e políticas habitacionais socioeconômicas**. Rio de Janeiro: UFRJ. 2008. Disponível em: <[www.observatoriodasmetropoles.ufrj.br/download/adauto\\_desig\\_urb\\_polhab.pdf](http://www.observatoriodasmetropoles.ufrj.br/download/adauto_desig_urb_polhab.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2019.

CARTIER, R.; BARCELLOS, C.; HÜBNER, C.; PORTO, M. F. **Vulnerabilidade social e risco ambiental**: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. Cad. Saúde Pública. Rio de Janeiro., v. 25, n. 12, p. 2695-2704, dez, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2009001200016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2009001200016)>. Acesso em: 10 set. 2019.

CASTEL, Robert. **As metamorfoses da questão social**. Petrópolis: Editora Vozes, 1998.

CASTEL, Robert. La dynamique des processus de marginalisation: de la vulnérabilité à la désaffiliation. **Cahiers de recherche sociologique**, n. 22, p. 11-27, 1994. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/853e/35cad2bbf048fbdf39574767c90b1833330d.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2019.

CAVALCANTE, Rodrigo. **Apostila de Introdução ao SIG**. UFMG – Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento I. Minas Gerais, 2015. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/proplan/wp-content/uploads/Apostila-de-Introdu%C3%A7%C3%A3o-ao-SIG-Proplan-2015.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2019.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – CEPAL. **Socio-demographic vulnerability**: old and new risks for communities, households and individuals. Summary and conclusions. Brasília: UNA, 2002. 34 p.

CORREIA, Laís Ariane Martins Barbosa. **Vulnerabilidade Socioambiental**: Análise da Cidade do Natal/RN a Partir do Índice Geral de Vulnerabilidade Socioambiental por Bairro. 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Disponível em: <[https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/21589/1/LaisArianeMartinsBarbosaCorreia\\_DISSERT.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/21589/1/LaisArianeMartinsBarbosaCorreia_DISSERT.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2019.

COSTA, Maria Clélia Lustosa-; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia (Org.). **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009. 298 p

COWEN, D. **GIS versus CAD versus DBMS**: what are the differences? Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 54, n. 11, 1988. p. 1551-1555.

CUNHA, José Marcos Pinto da. Um sentido para a vulnerabilidade sociodemográfica nas metrópoles paulistas. **R. bras. Est. Pop.**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 343-347, jul./dez. 2004. Disponível em: <[https://rebep.org.br/revista/article/view/276/pdf\\_257](https://rebep.org.br/revista/article/view/276/pdf_257)>. Acesso em: 28 set. 2019.

CUTTER, Susan L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, Coimbra, n. 93, p. 59-69, jun. 2011. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/rccs/165>>. Acesso em: 05 out. 2019.

CUTTER, Susan L.; BORUFF, Bryan J.; SHIRLEY, W. Lynn. Social Vulnerability to Environmental Hazards. **Social Science Quarterly**, v.84, p. 242-261, 2003. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1540-6237.8402002>>. Acesso em: 18 set. 2019.

DANTAS, Eustógio Wanderley Correia; COSTA, Maria Clélia Lustosa; ZANELLA, Maria Elisa. **Vulnerabilidade socioambiental e qualidade de vida em Fortaleza**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016. 114 p.

DANTAS, Eustógio Wanderley Correia; COSTA, Maria Clélia Lustosa; ZANELLA, Maria Elisa. **Vulnerabilidade socioambiental e qualidade de vida em Fortaleza**. Fortaleza: Imprensa Universitária da UFC, 2017. 109 p.

DANTAS, Eustógio Wanderley Correia; SILVA, José Borzacchiello da; COSTA, Maria Clélia Lustosa. **De Cidade a Metrópole: (Trans)formações Urbanas em Fortaleza**. Fortaleza: Edições Ufc, 2009. 235 p. (Coleção Estudos Geográficos, 3). Disponível em: <<http://www.ppggeografia.ufc.br/index.php/pt-br/colecao-de-estudos-geograficos/33-livros-publicados/181-de-cidade-a-metropole-trans-formacoes-urbanas-em-fortaleza>>. Acesso em: 14 set. 2019.

DELGADO, Nathália Aparecida Santa Marina. **Geoprocessamento na Análise da Vulnerabilidade Ambiental Desencadeada Pela Monocultura de Cana-de-Açúcar na Bacia do Distrito Santa Olímpia (Piracicaba/SP)**. 2011. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/118860/delgado\\_nasm\\_tcc\\_rcla.pdf?](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/118860/delgado_nasm_tcc_rcla.pdf?)>. Acesso em: 11 out. 2019.

DESCHAMPS, Marley Vanice. **Vulnerabilidade socioambiental na Região metropolitana de Curitiba**. 2004. Tese (doutorado) - Programa de pós-graduação em desenvolvimento e meio ambiente, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 192 p. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/531>>. Acesso em: 15 out. 2019.

EAKIN, H.; LUERS, A. L. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. **Annual Review of Environmental Resources**, v. 31, p. 365 – 394, jul. 2006. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.energy.30.050504.144352>>. Acesso em: 20 out. 2019.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FONSECA, Samuel Ferreira da.; DANNIELLA, Carvalho dos Santos.; HERMANO, Vivian Mendes. **Geoprocessamento aplicado à análise dos impactos socioambientais urbanos: Estudo de caso do bairro Santo Expedito em Buritizeiro / MG**. Revista de Geografia – UFPE, v. 30, n. 3, p. 178-191, 2013. Disponível em:

<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229008>>. Acesso em: 20 out. 2019.

FORTALEZA. Lei nº 062, de 02 de fevereiro de 2009. **Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza**. Diário Oficial do Município, Fortaleza, n. 14.020, 13 mar. 2009. Disponível em: <[https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/catalogodeservico/pdp\\_com\\_alteracoes\\_da\\_lc\\_0108.pdf](https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/catalogodeservico/pdp_com_alteracoes_da_lc_0108.pdf)>. Acesso em: 26 set. 2019.

FORTALEZA. PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA. **Plano Fortaleza 2040: Qualidade do meio ambiente e dos recursos naturais / Prefeitura Municipal de Fortaleza**. – Fortaleza: Iplanfor, 2016. 312 p. Disponível em: <<https://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/fortaleza-2040/publicacoes-do-projeto>>. Acesso em: 15 set. 2019.

FORTALEZA. PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA. **Plano mestre urbanístico e de mobilidade – Fortaleza 2040: subproduto 3.1 – interpretação da forma urbana de Fortaleza – Urbanismo e Mobilidade (versão preliminar) – tomo I**. Fortaleza, 2015. 252 p. Disponível em: <<http://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/>>. Acesso em: 30 out. 2019.

FREITAS, Clarissa Figueiredo Sampaio. **Ilegalidade e degradação em Fortaleza: os riscos do conflito entre a agenda urbana e ambiental brasileira**. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), v. 6, n. 1, p. 109-125, jan./abr. 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/urbe/v6n1/v6n1a09.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

FREITAS, Maria Isabel Castreghini.; CUNHA, Lúcio. Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management)., São Paulo, v. 5, n. 1, p. 15-31, jan./jun. 2013. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S217533692013000100003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S217533692013000100003&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 25 out. 2019.

GIMENEZ, Leticia Medeiros; LOHMANN, Marciel. Geoprocessamento aplicado à identificação de vulnerabilidade socioambiental: O caso dos municípios de Rolândia e Ibiporã. In: I Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial e XXXIV Semana de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, 1; 34., 2018, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: Anais do I SINAGGET e XXXIV SEMAGEO, 2018. v. 1, p. 601 - 618.

GRIGIO, Alfredo Marcelo. **Aplicação do sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guimarães (RN): simulação de risco as atividade da indústria petrolífera**. 2003. 222 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18766/1/AlfredoMG.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2019.

GRIGIO, Alfredo Marcelo. **Evolução da paisagem do baixo custo do Rio Piranhas-Assu (1988-2024): Uso de autômatos celulares em modelo dinâmico espacial para simulação de cenários futuros**. 2008. 205f. Tese (Doutorado em Geodinâmica) - Programa de Pós-

Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em:  
<<http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/18346?mode=full>>. Acesso em: 21 set. 2019.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Manuais**: Tutorial de Geoprocessamento. 2006. Disponível em:  
<[http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao\\_geo.html](http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html)>. Acesso em: 03 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base de informações do Censo Demográfico 2010**: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica. **Perfil Municipal de Fortaleza**. 2015. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2015/>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

JACOB, Amanda Martins. **Vulnerabilidade socioambiental no município de São Paulo**: análise das capacidades e liberdade humanas. 2013. 182 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-03122013165716/publico/JACOB\\_Dissertacao\\_USP\\_corrigida.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-03122013165716/publico/JACOB_Dissertacao_USP_corrigida.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2019.

JACOBI, P. Impactos socioambientais urbanos do risco à busca de sustentabilidade. p. 169-184. In: MENDONÇA, F. de A. (org.). **Impactos Socioambientais Urbanos**. Curitiba: Ed. da UFPR, 2004.

JANCZURA, Rosane. Risco ou vulnerabilidade social?. **Textos & Contextos**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 301 - 308, 2012. Disponível em:  
<<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fass/article/view/12173/8639>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

JANSSEN, Marco A.; OSTROM, Elinor. Resilience, vulnerability and adaptation. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 1, p. 237-239, 2006. Disponível em:  
<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.409.288&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2019.

JORDÃO, Carolina de Oliveira. **Análise da vulnerabilidade ambiental no planejamento espacial do cultivo de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo**. 2011. 118 f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-09122011-133549/en.php>>. Acesso em: 02 set. 2019.

JORNAL DIÁRIO DO NORDESTE. **Obras de Urbanização do Rio Maranguapinho ocorrem há 11 anos**. 2019. Disponível em:  
<<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/metro/obras-de-urbanizacao-do-rio>>

maranguapinho-ocorrem-ha-11-anos-1.2181910>. Acesso em: 08 dez. 2019.

JORNAL GLOBO NOTÍCIAS. **Fim das obras no Rio Maranguapinho, na Grande Fortaleza, é adiado para 2021 e moradores permanecem em locais inadequados.** 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2019/12/02/fim-das-obras-no-rio-maranguapinho-no-ceara-e-adiado-para-2021-e-moradores-permanecem-em-locais-inadequados.ghtml>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

KAZTMAN, Rubén. **Activos y estructuras de oportunidades. Estudios sobre las raíces de la vulnerabilidad social en el Uruguay.** Montevideo: Oficina del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Oficina de la CEPAL en Montevideo, LC/MVD/R, n.180, 1999.

KOWARICK, Lúcio. **Viver em risco:** sobre a vulnerabilidade no Brasil urbano. *Novos Estudos*, Cebrap, n. 63, p. 9-30, 2002.

LIMA, João Sérgio Queiroz de. **Degradação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho - Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará - Brasil.** 2006. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2006. Disponível em: <[http://www.uece.br/mag/dmdocuments/joao\\_serjio\\_queiroz\\_delima.pdf](http://www.uece.br/mag/dmdocuments/joao_serjio_queiroz_delima.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2019.

LIMA, João Sérgio Queiroz de. **Desastres Ambientais nos Assentamentos Precários da Cidade de Fortaleza-Ceará-Brasil:** Riscos Derivados da Integração Entre Vulnerabilidade Social e Ameaças Naturais. 2018. 222 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/37289/3/2018\\_tese\\_jsqlima.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/37289/3/2018_tese_jsqlima.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2019.

LOUREIRO, Caroline Vitor. **A vulnerabilidade como indicador de qualidade ambiental em área do baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará/CE:** Subsídios para o zoneamento ambiental. 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Fortaleza, 2011. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7605/1/2011\\_dis\\_cvloureiro.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7605/1/2011_dis_cvloureiro.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2019.

LOUREIRO, Caroline Vitor. **Diagnóstico do Médio e Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Acaraú/CE com ênfase na análise da vulnerabilidade.** 2016. 152 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/23062/1/2016\\_tese\\_cvloureiro.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/23062/1/2016_tese_cvloureiro.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2019.

LOURENÇO, J. C.; ALENCAR, J. L.; VASCONCELOS, R. F. V.; VALE, Y. M. A. L. V. Identificação de fatores de vulnerabilidade ambiental na floresta do Louzeiro em Campina Grande-PB. **Polêmica.**, v. 12, n.2, p. 274-283, abri/jun. 2013. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/6429>>. Acesso em: 03 out. 2019.

MAIA, Ícaro Cardoso. **A transfiguração das paisagens da bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho no município de Maranguape – CE.** 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: < <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/7908>>. Acesso em: 16 set. 2019.

MAIA, Judária Augusta. **Análise geológica das paisagens e planejamento ambiental da bacia do rio Maranguapinho, Ceará, Brasil.** 2015. 193 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: < <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/17686>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

MALTA, Fernanda Siqueira.; COSTA, Eduarda Marques de.; MAGRINI, Alessandra. Índice de vulnerabilidade socioambiental: uma proposta metodológica utilizando o caso do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 12, p. 3933-3944, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.org/article/csc/2017.v22n12/3933-3944/>>. Acesso em: 05 out. 2019.

MARANDOLA JR, Eduardo.; HOGAN, Daniel Joseph. As dimensões da Vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 33-43, jan./mar. 2006. Disponível em: < [http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n01/v20n01\\_03.pdf](http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n01/v20n01_03.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2019.

MARICATO, Ermínia. MetrÓpole, legislação e desigualdade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 17, n. 48, p.151-167, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142003000200013](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142003000200013)>. Acesso em: 14 set. 2019.

MARICATO, Ermínia. MetrÓpole, legislação e desigualdade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 17, n. 48, p.151-167, 2003.

MARQUES, José Matheus da Rocha. **Áreas de Risco de Desastres Ambientais na Cidade de Fortaleza-Ceará-Brasil:** Vulnerabilidade Social dos Assentamentos Precários no Bairro Bom Jardim. 2018. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/41421/1/2018\\_monografia\\_jmrmarques.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/41421/1/2018_monografia_jmrmarques.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2019.

MEDEIROS, Cleyber Nascimento de. **Vulnerabilidade Socioambiental do Município de Caucaia (CE):** Subsídios ao Ordenamento Territorial. 2014. 267 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <[http://www.uece.br/mag/dmdocuments/cleyber\\_nascimento\\_medeiros.pdf](http://www.uece.br/mag/dmdocuments/cleyber_nascimento_medeiros.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2019.

MEDEIROS, Cleyber Nascimento.; SOUZA, Marcos José Nogueira. **Metodologia para mapeamento da vulnerabilidade socioambiental:** caso do município de Caucaia, estado do Ceará. **Revista Eletrônica do Prodepa**. Fortaleza, v. 10, n. 1, p. 54-73, jan./jun. 2016. Disponível em: < <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/341>>. Acesso em: 10 set. 2019.

MESQUITA, Edson Minarete Pacheco de. **Vulnerabilidade Sócioambiental:** Afetos e Degradação Ambiental no Conjunto Vila Velha, Fortaleza, Ceará. 2010. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Proteção Ambiental e Gestão de Recursos Naturais, Pró-reitoria de

Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/14980/1/2010\\_dis\\_empmesquita.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/14980/1/2010_dis_empmesquita.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2019.

MITCHELL, James K. 1989: Hazards research. In Gaile, G.L. and Willmott, C.J., editors, **Geography in America**, Columbus, OH: Merrill, 410-24, 1989.

MONTEIRO, Jander Barbosa.; ZANELLA, Maria Elisa. **Impactos socioambientais associados aos desastres naturais em Fortaleza-CE: O exemplo do bairro Parque Genibaú**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13., 2009, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa: UFV, 2009 Disponível em: <[http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo11/047.pdf](http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/047.pdf)>. Acesso em: 02 Ago. 2019.

MORAIS, Maria da Piedade.; KRAUSE, Cleandro.; LIMA NETO, Vicente Correia (Ed.). **Caracterização e tipologia de Assentamentos Precários: estudos de caso brasileiros**. Brasília: Ipea, 2016. 540 p. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=28182](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=28182)>. Acesso em: 14 set. 2019.

MOSER, C. The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. **World Development**, New York, v.26, n.1, p. 1-19, 1998. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305750X97100158>>. Acesso em: 25 out. 2019.

NETO, F. O. L.; SILVA, E. S.; GÓIS, R. A. D.; SILVA, E. V. Análise dos impactos socioambientais no Baixo Curso do rio Maranguapinho em Fortaleza/CE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13., 2009, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa: UFV, 2009. Disponível em: <[http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos\\_expandidos/eixo11/008.pdf](http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos_expandidos/eixo11/008.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2019.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **How can social vulnerability be measured: A work in progress**. OECD World Forum. Busan, Korea, 2009. Disponível em: <<http://www.oecd.org/site/progresskorea/44120618.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2019.

OLIVEIRA, Frederico Fonseca Galvão de.; MATTOS, Juércio Tavares de. Aplicação das técnicas de Geoprocessamento na análise dos impactos ambientais e na determinação da vulnerabilidade ambiental no Litoral Sul do Rio Grande do Norte – NE do Brasil. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 1, n. 4, p.441-458, mai, 2012. Disponível em: <<https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1847/1725>>. Acesso em: 19 out. 2019.

PORTO, M. F. S. **Uma ecologia política dos riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental**. Rio de Janeiro – RJ: Fiocruz, 248 p. 2007.

QUANTA CONSULTORIA. **Programa de Melhorias Urbanas e Ambientais do Rio Maranguapinho – PROMURB**. 2010. Disponível em:

<<https://www.quantaconsultoria.com/single-post/2010/7/16/Programa-de-Melhorias-Urbanas-e-Ambientais-do-Rio-Maranguapinho-%E2%80%93-PROMURB>>. Acesso em: 18 set. 2019.

REIS, Gabriela de Azevedo. **O geoprocessamento no diagnóstico de vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas**: estudo de caso na bacia do Rio Mané Dendê – Salvador. 2016. 79 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/35388>>. Acesso em: 25 out. 2019.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Geoprocessamento**. Universidade Federal de Uberlândia: Instituto de Geografia. 2013. 142 p. Disponível: <[http://professor.ufabc.edu.br/~flavia.feitosa/cursos/geo2016/AULA5-ELEMENTOSMAPA/Apostila\\_Geop\\_rrosa.pdf](http://professor.ufabc.edu.br/~flavia.feitosa/cursos/geo2016/AULA5-ELEMENTOSMAPA/Apostila_Geop_rrosa.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2019.

SALES, Luiz Belino Ferreira. **Análise Sócio-Ambiental do Segmento do baixo curso do rio Maranguapinho na cidade de Fortaleza-CE**. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004. Disponível em: <[http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/16778/1/2004\\_dis\\_lbfsales.pdf](http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/16778/1/2004_dis_lbfsales.pdf)>. Acesso em: 01 set. 2019.

SANTOS, Jader de Oliveira. **Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE**: contribuições ao ordenamento territorial. 2011. 331f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2011. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-30032012-131857/publico/2011\\_JaderdeOliveiraSantos\\_VRev.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-30032012-131857/publico/2011_JaderdeOliveiraSantos_VRev.pdf)>. Acesso em: 03 set. 2019.

SANTOS, Jader de Oliveira. **Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016. 190 p. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/22052/1/2016\\_liv\\_josantos.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/22052/1/2016_liv_josantos.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2019.

SANTOS, Jader de Oliveira. Relações entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 1, n. 2, p. 75-90, mai./ago. 2015. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1984-22012015000200075](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-22012015000200075)>. Acesso em: 30 set. 2019.

SANTOS, Luan de Paula dos.; ARAUJO, Henrique Eder Cavalcante de. Análise dos aspectos sociais e ambientais à margem do rio maranguapinho entre os bairros Bonsucesso e Granja Portugal (Fortaleza, Ceará). **Revista Geosaberes**, Fortaleza, v. 10, n. 21, p.1-21, mai. 2019. Disponível em: <<http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/738/769>>. Acesso em: 04 out. 2019.

SANTOS, R. F.; CALDEYRO, V. S. Paisagens, condicionantes e mudanças. In: SANTOS, R. F. (org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007. p. 15-22.

SANTOS, Simone M.; BARCELLOS, Christovam. (org). **Abordagens espaciais na saúde pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

SAULE JÚNIOR, Nelson; CARDOSO, Patrícia de Menezes. **O Direito à Moradia no Brasil**. São Paulo: Instituto Pólis, 2005. 160p.

SECRETARIA DAS CIDADES. **Projeto Rio Maranguapinho**. Disponível em: <<https://www.cidades.ce.gov.br/projeto-rio-maranguapinho/>>. Acesso em: 02 set. 2019.

SEMAS - Secretaria Municipal de Assistência Social. **Índice da Vulnerabilidade Social**. Relatório técnico. Fortaleza - CE. 2009. 26p.

SOUZA, Lucas Barbosa; ZANELLA, Maria Elisa. **Percepção de Riscos Ambientais: Teoria e Aplicações**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

SOUZA, Marcos José Nogueira de et al. **Diagnóstico Geoambiental do município de Fortaleza: Subsídios ao macrozoneamento Ambiental e a Revisão do Plano Diretor Participativo - PDPFor**. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, 2009. 176 p. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/332182818\\_Diagnostico\\_Geoambiental\\_do\\_Municipio\\_de\\_Fortaleza](https://www.researchgate.net/publication/332182818_Diagnostico_Geoambiental_do_Municipio_de_Fortaleza)>. Acesso em: 14 set. 2019.

TAGLIANI, Carlos Roney Armanini. Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um Sistema Geográfico de Informações. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: Anais XI SBSR, 2003, p. 1657-1664. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/3113/tecnicas.pdf?sequence=1>. Acesso em: 18 out. 2019.

TORRES, H. G. A demografia do risco ambiental. In: Torres, H.G.; Costa, H. (org.). **População e meio ambiente: debates e desafios**. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2000.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio Janeiro: IBGE; SUPREN, 1977. 97 p.

VEYRET, Yvette (org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VIANA, Camilla Paiva. **Saneamento básico em áreas de vulnerabilidade socioeconômica: uma avaliação do programa de drenagem urbana de fortaleza (DRENURB)**. 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Políticas Públicas, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/22658>>. Acesso em: 14 set. 2019.

ZANELLA, Maria Elisa. **Inundações em Curitiba: impactos, risco e vulnerabilidade socioambiental**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 194 p.

ZANELLA, M. E.; COSTA, M. C. D.; PANIZZA A. C.; ROSA, M. V. Vulnerabilidade Socioambiental de Fortaleza. In: DANTAS, E. W. C; COSTA, M. C. L. (Org.). **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: edições UFC, 2009.

ZANELLA, M.E.; OLIMPIO, J. L. S.; COSTA, M. C. L.; DANTAS, E. W. C.  
Vulnerabilidade socioambiental do Baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó,  
Fortaleza-CE. **Revista Sociedade e Natureza**, v. 2, n. 25. p. 317-332. 2013. Disponível em:  
<<https://www.scielo.br/pdf/sn/v25n2/a09v25n2.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2019.