



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MAYK FEITOSA SANTOS

**POLÍTICAS PÚBLICAS E VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA CARANÃ, BOA VISTA-RR.**

BOA VISTA – RR
2019

MAYK FEITOSA SANTOS

**POLÍTICAS PÚBLICAS E VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA CARANÃ, BOA VISTA-RR.**

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Geográfica, da
Universidade Federal de Roraima,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em
Geografia. Linha de pesquisa:
Dinâmica da Paisagem da
Amazônica

Orientador: Prof. Dr. Vladimir de
Souza

BOA VISTA – RR
2019

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

S237p Santos, Mayk Feitosa.
Políticas públicas e vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica
Caraná, Boa Vista-RR / Mayk Feitosa Santos. – Boa Vista, 2019.
165 f : il.

Orientador: Prof. Dr. Vladimir de Souza.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Roraima,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.

1 - Bacia hidrográfica. 2 - Vulnerabilidade ambiental. 3 - Inundação.
4 - Geotecnologia. I - Título. II - Souza, Vladimir (orientador).

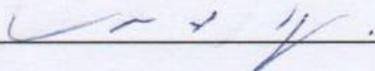
CDU - 364.01:504(811.4)

Ficha Catalográfica elaborada pela:
Bibliotecária/Documentalista: Maria de Fátima Andrade Costa - CRB-11/453-AM

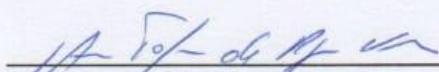
MAYK FEITOSA SANTOS

**POLÍTICAS PÚBLICAS E VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA CARANÁ, BOA VISTA-RR**

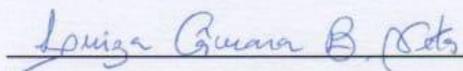
Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima. Linha de Pesquisa: Dinâmica da Paisagem Amazônica. Defendida em 21 de março de 2019 e avaliada pela seguinte banca:



Prof. Dr. Prof. Dr. Vladimir de Souza – Orientador (UFRR)



Prof. Dr. Antônio Tolrino de Rezende Veras (UFRR)



Profa. Dra. Luiza Câmara Beserra Neta (UFRR)



Prof. Dr. Flavio Rodrigues do Nascimento (UFC)

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa a minha família, meus amigos e a todos interessados neste tema.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por tudo.

À Universidade Federal de Roraima, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação e ao Programa de Pós-graduação em Geografia.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) código de Financiamento 001.

À Coordenação do Mestrado e equipe pela dedicação e responsabilidade para comigo.

Ao meu orientador, o Prof. Dr. Vladimir de Souza, pela contribuição na execução da dissertação, e também, ao Prof. Msc. Antônio Carlos Ribeiro Araújo Junior pelas orientações extraoficiais.

À minha mãe, Sr. ^a Maria Olalia Barbosa Feitosa.

À toda a minha família pelo apoio em tudo.

Aos meus amigos Jeniffer Natalie Silva dos Anjos, Everton Vinícius Carvalho Moreira e Laeny Amaral Carvalho Moreira, por ajudarem na dissertação.

Aos meus amigos de Mestrado pelas contribuições acadêmicas.

RESUMO

A cidade de Boa Vista é caracterizada como uma superfície aplainada. Esse tipo de particularidade torna possível o surgimento de eventos de inundações. Com o aumento do processo de ocupação em áreas susceptíveis a desastres naturais, esses locais acabam se configurando áreas vulneráveis ambientalmente. Partindo desse princípio, a pesquisa buscou analisar e delimitar as áreas de vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica Caranã, Boa Vista-RR. O presente estudo foi dividido em três etapas: (I) Levantamento de dados secundários como artigos, livros, revistas, dissertações, teses, periódicos eletrônicos e imagens de satélites; (II) levantamento de dados primários que consistiram em várias atividades de campo com o intuito de coletar coordenadas geográficas, imagens digitais e imagens panorâmicas; (III) etapa de laboratório que consistiu na sintetização dos dados de campo para criação do banco de dados geográficos e estatísticos. A delimitação das áreas vulneráveis ambientalmente foi feita através do software Arcgis 10.3, com base no procedimento de ponderação das variáveis sociais e físicas de acordo com seu grau de importância. Essa técnica apontou que 40% da área da BHC está em situação de vulnerabilidade ambiental alta ou moderadamente alta, sendo observada nos bairros próximos a foz (Caranã, Jardim Caranã, União e Cauamé), também na margem esquerda nos bairros Murilo Teixeira Cidade e Cidade Satélite e na área de nascentes nos bairros Cruviana e Senador Hélio Campos. Essas áreas vulneráveis ambientalmente foram influenciadas pelo processo de ocupação estimulado pelos agentes sociais, em especial o Estado. Foi observado um agravamento das áreas ambientalmente vulneráveis pelas ocupações em áreas de APP, canalização de corpos hídricos, estrangulamento de lagos e nascentes do igarapé Caranã. Para reverter esse processo, são necessárias medidas estruturais e não estruturais para diminuição dessas áreas vulneráveis, além de promover ações que estimulem a participação da população no planejamento e gestão do espaço urbano de Boa Vista visando a preservação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Vulnerabilidade. Inundação. Geotecnologia.

ABSTRACT

Boa Vista is a city characterized by its plain surface. This particular type makes flood events become possible. With increasing occupation process of natural disasters susceptible areas, these places often are set as environmentally vulnerable areas. Based on this principle, this research aimed to analyze and delimit the areas of environmental vulnerability of the hydrographic basin of Caranã, Boa Vista-RR. This study was divided in three steps: (I) secondary data survey as articles, books, magazines, dissertations, theses, electronic newspapers and satellite images; (II) Primary data survey which consisted in many field activities aiming to collect geographic coordinates, digital images and panoramic images; (III) laboratory stage which consisted on synthesizing field data to create a geographic and statistic data bank. The demarcation of environmentally vulnerable areas was made using the software Arcgis 10.3, based on the ponderation procedure of social and physic variables according to its importance degree. This technique pointed that 40% of the hydrographic basin of Caranã's area are in high or moderately high environmental vulnerability, being observed in the districts near the mouth (Caranã, jardim Caranã, União e Cauamé) also on the left bank in districts Murilo Teixeira Cidade and Cidade Satélite and in the area of springs in the quarters Cruviana and Senador Hélio Campos. These environmentally vulnerable areas were influenced by the occupation process stimulated by the social agents, in particular, the State. It was Noticed an aggravation of environmentally vulnerable areas by occupations in APP areas, water bodies channeling, strangulation of lakes and springs of the Caranã stream. To reverse this process, structural and non-structural measures are needed to reduce these vulnerable areas, and also promote actions to encourage people participation in the planning and management of the urban space of Boa Vista aiming at the preservation of natural resources.

Keywords: hydrographic basin. Vulnerability. Inundation. Geotechnology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.....	16
Figura 2 - Quadro de uso e cobertura considerando os aspectos físicos.....	20
Figura 3 - Quadro com as leis relacionadas ao uso e cobertura.	21
Figura 4 - Quadro com os agentes sociais modeladores do espaço urbano.....	24
Figura 5 - Quadro dos diferentes tipos de riscos e suas características.	41
Figura 6 - Quadro das diferentes aplicações do geoprocessamento no planejamento urbano.	55
Figura 7 - Fluxograma da metodologia uso e cobertura.....	65
Figura 8 - Quadro com a informações das imagens landsat 5, 7 e 8.	66
Figura 9 - Fluxograma do Mapa de Síntese da Vulnerabilidade Física.....	67
Figura 10 - Quadro das Variáveis Físicas e seus graus de importâncias.....	68
Figura 11 - Imagem da ferramenta Raster Calculator com a expressão para gerar o mapa de Vulnerabilidade Física.	69
Figura 12 - Fluxograma para a geração do mapa de Vulnerabilidade Social.....	70
Figura 13 - Quadro das variáveis sociais e seus graus de importâncias.....	72
Figura 14 - Fluxograma do mapa de síntese de vulnerabilidade Ambiental e dos resultados e discussões.	74
Figura 15 - Mapa de Uso de Cobertura do solo de Boa Vista-RR 1985.....	77
Figura 16 - Gráfico com a porcentagem das classes do Uso e cobertura 1985.....	79
Figura 17 - Mapa de uso e cobertura de Boa Vista-RR/1995.....	80
Figura 18 - Gráfico com a porcentagem das variáveis do uso e cobertura de Boa Vista/1995.	82
Figura 19 - Mapa de uso e cobertura do solo de Boa Vista-RR/2005.	83
Figura 20 - Gráfico da porcentagem das variáveis do uso e cobertura de Boa Vista/2005.	85
Figura 21 - Mapa de uso e cobertura do solo de Boa Vista-RR/2018.	86
Figura 22 - Gráfico da porcentagem das Variáveis do uso e cobertura de Boa Vista 2018.	88
Figura 23- Croqui do uso e cobertura do solo de Boa Vista dos anos de 1985, 1995, 2005 e 2018 considerando a área de expansão do Plano Diretor de 2006 e a área da BHC.....	91

Figura 24 - Gráfico da porcentagem das variáveis do uso e cobertura da bacia hidrográfica Caranã/1995.....	92
Figura 25 - Gráfico da porcentagem das variáveis do uso e cobertura da bacia hidrográfica Caranã/2005.....	94
Figura 26 - Gráfico da porcentagem das variáveis do uso e cobertura da bacia hidrográfica Caranã/2018.....	95
Figura 27 - Imagem da zona oeste de Boa Vista onde fica localizado as nascentes do corpo hídrico principal da BHC.....	97
Figura 28 - imagem panorâmica da região do sistema lacustre da zona oeste de Boa Vista, conjunto habitacional Cruviana a direita e loteamento privado a esquerda, ambos próximo as nascentes da BHC.	98
Figura 29 - Imagem panorâmica loteamento privado da margem esquerda do corpo hídrico principal da BHC,.....	98
Figura 30 - Mapa da declividade da Bacia Hidrográfica Caranã.	100
Figura 31 - Quadro da classificação da declividade.	101
Figura 32 - Mapa da Altimetria da bacia hidrográfica Caranã	102
Figura 33 - Gráfico com a porcentagem de cada altimetria da BHC.	103
Figura 34 - perfil topográfico em 2D da bacia hidrográfica Caranã	104
Figura 35 - Imagem do bairro Jardim Caranã, acesso a foz do Igarapé Caranã, cheia extraordinária de 2017 atingido a planície de inundação da BHC.....	105
Figura 36 - Mapa do Limite de Inundação da Bacia Hidrográfica Caranã.	106
Figura 37 - Gráfico com a porcentagem das classes do limite de inundação da BHC.	107
Figura 38 - Imagem da ferramenta Raster Calculator com expressão da vulnerabilidade Física.....	108
Figura 39 - Mapa da Vulnerabilidade Física da Bacia Hidrográfica Caranã.	109
Figura 40 - Gráfico da porcentagem das classes da Vulnerabilidade Física da BHC.	110
Figura 41 - Imagem da Canalização do afluente do corpo hídrico da BHC em 2009 localizado no bairro Santa Tereza zona oeste de Boa Vista-RR.....	111
Figura 42 - Imagem panorâmica da zona oeste de Boa Vista-RR, proximidade da área urbana das nascentes do corpo hídrico principal da BHC.....	112
Figura 43 - Mapa social de pessoas por domicílios da Bacia Hidrográfica Caranã.	114

Figura 44 - Gráfico da porcentagem da vulnerabilidade com base na quantidade de pessoas por domicílio.....	115
Figura 45 - Mapa social do tipo de material usado na construção das residências na BHC.....	116
Figura 46 - Gráfico da porcentagem do risco com base no material usado na construção das residências na BHC.	117
Figura 47 - Imagem de ocupação próxima a mata ciliar do corpo hídrico principal da BHC, uma feita de madeira e outra de alvenaria.....	118
Figura 48 - Mapa social com base no gênero da pessoas na Bacia Hidrográfica Caranã.	119
Figura 49 - Gráfico da porcentagem da vulnerabilidade com base no gênero do indivíduos na BHC.....	120
Figura 50 - Gráfico com a média de indivíduos do sexo masculino e feminino por bairro da BHC.....	121
Figura 51 - Mapa do risco social de acordo com a faixa etária na Bacia Hidrográfica Caranã.	122
Figura 52 - Gráfico com a porcentagem da vulnerabilidade com base na faixa etária da BHC.....	123
Figura 53 - Gráfico com a média da vulnerabilidade com base na faixa etária distribuído por bairro da BHC.....	124
Figura 54 - Mapa da vulnerabilidade social com base na escolaridade da Bacia Hidrográfica Caranã.	125
Figura 55 - Gráfico com a porcentagem da vulnerabilidade com base na escolaridade dos indivíduos da BHC.....	126
Figura 56 - Mapa da vulnerabilidade social com base na renda per capita de indivíduos da BHC.....	128
Figura 57 - Gráfico da porcentagem da vulnerabilidade com base na renda per capita da BHC.....	129
Figura 58 - Gráfico da média de risco com base na renda per capita distribuído por bairro da BHC.....	130
Figura 59 - Imagem da ferramenta Raster Calculator com expressão para gera o mapa de vulnerabilidade social da BHC.....	131
Figura 60 - Mapa da Vulnerabilidade Social da Bacia Hidrográfica Caranã.....	132

Figura 61 Gráfico com a porcentagem da vulnerabilidade social da Bacia Hidrográfica Caranã.	133
Figura 62 - Imagem da residência construída com madeira próximo ao corpo hídrico em área de APP.	135
Figura 63 - Mapa da Vulnerabilidade Ambiental da bacia hidrográfica Caranã.....	138
Figura 64 - Gráfico da porcentagem com base na vulnerabilidade ambiental da BHC.	139
Figura 65 - (A) Imagem panorâmica da zona oeste de Boa Vista região das nascentes do corpo hídrico principal da BHC, a esquerda loteamento privado e a direita o Cruviana. (B) drenagem hídrica conectado ao lago que compõe o sistema lacustre da BHC.	141
Figura 66 - Imagem do bairro Jardim Caranã, acesso a foz do Igarapé Caranã, cheia extraordinária de 2017 atingindo a planície de inundação da BHC.....	143
Figura 67 - Imagem panorâmica o bairro Murilo Teixeira Cidade na zona oeste de Boa Vista, local contendo loteamento privado em área de vulnerabilidade ambiental alta.	144
Figura 68 - Imagem de ocupação em área de nascente do quase extinto igarapé Santa Tereza afluente do corpo hídrico principal da BHC.....	145
Figura 69 - Estrutura de uma galeria hídrica conectada ao corpo hídrico principal da BHC, Equatorial próximo a área de nascentes.....	146
Figura 70 - (A) Imagem panorâmica de ocupações urbanas próximas de lagos e nascente da BHC. (B) Canal do corpo hídrico principal da BHC, ponte improvisada feita pela população para travessia. (C) estrutura de drenagem hídrica direto no canal aumentando a carga de sedimento.	149
Figura 71 - Imagem da obra de canalização do igarapé Santa Teresa, afluente do corpo hídrico principal da BHC.....	150
Figura 72 - (A) Imagem da ponte que liga o bairro União ao Cidade Satélite com alteração na margem do igarapé Caranã tornando o canal instável no ano de 2017. (B) imagem panorâmica da ponte sobre o corpo hídrico principal da BHC mostrando a retirada da mata ciliar.....	152
Figura 73 - Cheia extraordinária de 2017 atingido a planície inundação do igarapé Caranã e Rio Cauamé. (B) imagem da área inundada próxima a foz do corpo hídrico principal da BHC.	153

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 USO DO SOLO, OCUPAÇÃO URBANA E POLÍTICAS PÚBLICAS	17
1.1.1 Uso do solo e ocupação de bacias hidrográficas urbanas	18
1.1.1.1 Breve panorama geo-histórico da expansão urbana de Boa Vista-RR.....	26
1.1.2 Políticas públicas: uma ferramenta para a gestão de bacias hidrográficas urbanas	28
1.2 VULNERABILIDADE AMBIENTAL: UMA DISCUSSÃO NECESSÁRIA.....	39
1.2.1 Risco, Perigo e vulnerabilidade (R = P x V)	39
1.2.2 Geoprocessamento: uma ferramenta para estudos de vulnerabilidade	51
2 OBJETIVO	62
2.1 OBJETIVO GERAL.....	62
2.1.1 Objetivos Específicos	62
3 MATERIAIS E MÉTODOS	63
3.1 ASPECTOS FÍSICOS DA CIDADE DE BOA VISTA.....	63
3.2 USO E COBERTURA NA ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA CIDADE DE BOA VISTA	65
3.3 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS FÍSICAS PARA A DELIMITAÇÃO DA VULNERABILIDADE FÍSICA DA BHC.....	66
3.4 APLICAÇÃO DO GRAU DE IMPORTÂNCIA PARA DELIMITAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIAL.....	70
3.4 A SOMA DA VULNERABILIDADE SOCIAL E FÍSICA NA DELIMITAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BHC.....	74
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	75
4.1 EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA CIDADE DE BOA VISTA-RR	76
4.1.1 Ordenamento espacial da Bacia Hidrográfica Caranã (BHC)	90
4.2 DELIMITAÇÃO DA VULNERABILIDADE FÍSICA: ASPECTOS FÍSICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA CARANÃ	99
4.3 VULNERABILIDADE SOCIAL NA DELIMITAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS NA BACIA HIDROGRÁFICA CARANÃ	113
4.4 VULNERABILIDADE AMBIENTAL: O FÍSICO E O SOCIAL NO APONTAMENTO DE ÁREAS VULNERÁVEIS NA BHC.....	137
4.5 POLÍTICAS PÚBLICAS E VULNERABILIDADE AMBIENTAL: DESDOBRAMENTOS NA BHC	147
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	154
REFERÊNCIAS	158

1 INTRODUÇÃO

As grandes cidades com crescimento populacional exercem uma grande pressão sobre seus recursos naturais, pois a busca por novos espaços para ocupar leva a produzir cada vez mais demandas as quais tem reflexos negativos para o meio ambiente. A ocupação urbana em áreas de preservação permanente vem configurando uma dessas demandas, tornando possível a intensificação de áreas de vulnerabilidade.

O tema vulnerabilidade ambiental assume relevância pelos inúmeros desastres naturais que ocorrem pelo mundo, como exemplo, os movimentos de massas que ocorreram em Petrópolis-RJ em 2011, alagamentos que todo ano causam perdas para população que residem em São Paulo-SP ou Rio de Janeiro-RJ e também os grandes incêndios que acontecem em países como Portugal e EUA (Estados Unidos da América).

A Amazônia setentrional, mais precisamente o Estado de Roraima, possuem características que estimulam o surgimento de eventos naturais, neste caso, esses atributos estão voltados a superfícies aplainadas e episódios de extrema pluviosidade interagindo com locais densamente ocupados pela sociedade.

Quando esses locais fisicamente vulneráveis são atingidos por eventos extraordinários como a inundação, os agentes sociais, principalmente os “grupos excluídos” de acordo com Corrêa (1989), que estão alocadas nessas áreas, passam a adquirir o grau de vulnerabilidade social, essa dinâmica ocorre mesmo em posse de instrumentos jurídicos como o Plano Diretor e leis voltadas ao uso do solo como o Código Florestal entre outros importantes instrumentos legais para planejamento e gestão do espaço geográfico.

As bacias hidrográficas dentro da área urbana de Boa Vista possuem essa dinâmica de eventos voltados a inundação e alagamentos, nessa questão, a bacia hidrográfica do Caranã possui ambos os eventos naturais supracitados, esses eventos são muito comuns em Boa Vista e sua intensidade varia de acordo com o tempo de retornos.

A bacia hidrográfica Caranã (BHC) é a bacia hidrográfica mais populosa do município de Boa Vista-RR, por esse motivo o mesmo é ideal para estudos de áreas vulneráveis, podendo fornecer dados populacionais como escolaridade, renda e faixa etária que são variáveis sociais importante para a mensuração de áreas com possível grau de vulnerabilidade ambiental.

As ocupações irregulares próximas as áreas de preservação permanente possibilitam o surgimento de áreas de vulnerabilidade ambiental, neste caso, qual é o papel das políticas públicas para a gestão dessas possíveis áreas vulneráveis ambientalmente, mecanismos jurídicos como o Plano Diretor, Código florestal de 2012 e leis municipais de uso e cobertura do solo urbano são importantes ferramentas para nortear a questão das áreas vulneráveis ambientalmente, entretanto, sua eficácia é parcial na mitigação das mesmas.

Para Marandola Júnior e Hogan (2007a) a população está cada vez mais concentrada em espaços urbanos, e considerando a natureza da população e o desrespeito pelo lugar natural e pelos fenômenos naturais, as cidades figuram entre os espaços de maior vulnerabilidade aos perigos naturais.

A bacia hidrográfica Caranã (BHC) fica localizada na zona oeste da Cidade de Boa Vista com área de aproximadamente 10km² compreendendo os bairros Caranã, Santa Tereza, Jardim Primavera, Murilo Teixeira Cidade, Equatorial, Alvorada, Dr. Silvio Leite, Tancredo Neves, Piscicultura, Cruviana, Santa Luzia, Pintolândia, Nova Canaã, Cidade Satélite, Senador Hélio Campos, Laura Moreira e União. A BHC possui total de 91.562 de habitantes de acordo com IBGE (2010), caracterizando uma bacia hidrográfica densamente populosa, (figura 1).

Partindo desse princípio a pesquisa levantou questões sobre quais fatores físicos estão associados a eventos de inundação e alagamento; quais características sociais são mais impactadas pelos eventos extraordinários e quais instrumentos jurídicos podem lidar com as áreas vulneráveis ambientalmente.

Os estudos de vulnerabilidade ambiental em bacia hidrográfica têm relevância para sociedade pelo fato de tratar de um assunto pouco explorado geograficamente, principalmente em uma região pouco estudada como a Amazônia setentrional.

A vulnerabilidade ambiental é uma discussão que engloba elementos físicos e sociais, ou seja, uma inter-relação de informações de dados humanos (escolaridade, renda e faixa etária) e dados físicos (declividade, altimetria entre outros), considerando também a afinidade de várias áreas do conhecimento como a geografia, economia, ciências sociais entre outros.

A inter-relação surge a partir do momento que a sociedade com suas diferentes características, interagem com o meio ambiente produzindo relações que podem ser benéficas ou malélicas para ambas as partes, é nesse contexto, pode-se destacar os eventos catastróficos (inundação, movimento de massa, incêndios entre outros) que surgem a partir da ocupação de locais frágeis passivos de vulnerabilidade ambiental.

Nesse cenário, as políticas públicas são importantes para o planejamento e gestão dos recursos naturais, pelo fato de suas regras nortear o uso sustentável dos recursos, bem como o meio ambiente, entretanto as políticas públicas devem partir de um planejamento rigoroso para que em sua execução, não condicione o surgimento ou agravamento de áreas vulneráveis ambientalmente.

A presente pesquisa foi organizada em quatro capítulos. O capítulo 1 (um) aborda a problemática do estudo e a fundamentação teórica, contextualizado conceitos como o uso e cobertura do solo, perigo, risco e vulnerabilidade, além do geoprocessamento para a delimitação de áreas vulneráveis ambientalmente. O capítulo 2 (dois) demonstra os objetivos norteadores da dissertação. O capítulo 3 (três) consiste na apresentação das técnicas para o uso e cobertura do solo urbano, atribuição dos pesos das variáveis e aplicação de técnicas de geoprocessamento para a confecção dos mapas físicos, sociais e do mapa de vulnerabilidade ambiental. E por último, o capítulo 4 (quatro) descreve os resultados e discussões analisadas no estudo dentro da problemática vulnerabilidade ambiental.

1.1 USO DO SOLO, OCUPAÇÃO URBANA E POLÍTICAS PÚBLICAS

Nas grandes cidades do Brasil, é possível vivenciar um processo de ocupação em diferentes facetas da dinâmica urbana, o problema da dinâmica de ocupação é seu planejamento não voltado principalmente para as questões ambientais, nesse caso, a negligência influencia diretamente o bem-estar da população. Para que o uso e cobertura não se torne um problema (população e ambiente), as políticas públicas devem ser a ferramenta norteadora do planejamento das cidades.

Contudo os agentes sociais (proprietários de terras, promotores imobiliários, Estado e os grupos excluídos) acabam não seguindo essa normativa no processo de ocupação, principalmente na dinâmica de ocupação de áreas de preservação permanentes.

Para Oliveira (2007) a ocupação ilegal de áreas ambientalmente frágeis traz pesados efeitos em termos de degradação dos recursos hídricos, do solo, das

condições de saúde e dão origem a um conflito socioambiental de grandes proporções. Estão os interesses das populações que ocupam essas áreas, morando em pequenas casas onde investiram suas poucas economias enquanto eram ignorados pelos poderes públicos é nem sempre são beneficiadas, nesse caso, a vulnerabilidade ambiental se torna iminente.

1.1.1 **Uso do solo e ocupação de bacias hidrográficas urbanas**

A questão do uso do solo é um tema que vem sendo trabalhado nas mais diversas áreas do conhecimento humano, principalmente nas diferentes subáreas da geografia, como por exemplo a geografia urbana. O tema uso do solo pode levantar vários debates sobre a forma como estão sendo ocupadas as bacias hidrográficas, seja em áreas urbanas ou espaços rurais.

As ocupações em áreas inadequadas são um grande problema para o planejamento e gestão das cidades, principalmente em se tratando de locais com potencial de escorregamento ou erosão, vertentes íngremes com potencial de energia em sua inclinação, e superfícies planas próximas a margens de rios. Nesses locais existe a probabilidade de acontecer desastres como deslizamentos e inundações por conta da fragilidade com base nos aspectos físicos (pedologia, vegetação, uso do solo e geomorfologia) do local.

Nesse contexto, é fundamental a identificação e mapeamento das diferentes classes de uso do solo e ocupação no urbano, bem como as atividades desenvolvidas, a fim de gerar subsídios para análise da dinâmica socioambiental na bacia, visando identificar e quantificar os impactos gerados e suas consequências para o bem-estar da população (CAMPOS, 2008)

O estudo de uso e cobertura do solo, possibilita uma melhor apreciação da dinâmica de ocupação, principalmente o fenômeno de urbanização, de acordo com Christofletti (1993) a urbanização possibilita uma mudança significativa na paisagem ao substituir a cobertura vegetal pelas edificações e com a aglutinação de um grande contingente populacional. Todas essas mudanças causam sérios impactos nas condições climáticas, hidrológica, morfológicas e biogeográficas.

Campos (2008) analisou e observou como o uso e cobertura modificaram consideravelmente a bacia hidrográfica do Arroio dos Pereiras em Irati-PR. A ocupação desordenada desencadeou várias problemáticas ambientais, o autor

destaca a ocupação irregular nas margens do canal, onde as inundações em áreas rebaixadas obtiveram um aumento significativo de 1980 a 2004, também identificado que, de todas as classes estudadas, a classe urbana, apresentou um aumento expressivo em relação as outras classes de 1980 a 2004.

“A identificação dos padrões de cobertura e uso da terra torna-se um dos primeiros passos para o conhecimento de suas condições ambientais, sendo um produto indispensável para o planejamento e a gestão das atividades a serem desenvolvidas numa área de bacia hidrográfica” (GARCIA, 2014, p. 54).

Os estudos de uso e cobertura possibilitam um acompanhamento constante na dinâmica de ocupação da superfície, podendo-se até analisar padrões no processo de ocupação em áreas protegidas, contudo, as ocupações irregulares vêm acarretando várias problemáticas ambientais.

No geral o processo de ocupação é iniciado de forma desordenada, em muitos casos, sendo influenciado pelo mercado de especulação imobiliária que no final acaba direcionando os grupos excluídos para locais ambientalmente frágeis. Em alguns casos é possível observa o interesse em alocar essas pessoas para certas áreas por conta do lucro indevido alimentados pela especulação que, historicamente, marca o processo de ocupação e uso do solo” (MINEIRO, 2001, p. 12).

Outro aspecto relacionado a forma de uso do solo, são as consequências oriundas das formas de ocupação do meio físico, em se tratando de uma bacia hidrográfica. A retirada da vegetação em áreas próximas aos cursos d'água é um fator. “Em geral, a modificação da cobertura do solo modifica a rugosidade deste, fazendo com que haja aumento ou redução do escoamento superficial em eventos pluviométricos” (SCHNEIDER, et al, 2011, p.32).

Quando falado em eventos pluviométricos, a citação entende que há duas variáveis, primeiramente a inclinação, nesse caso, em áreas com superfície bastante rugosa, o evento predominante são os movimentos de massa (deslizamentos), o segundo trata de eventos que ocorrem em períodos chuvosos onde um rio extrapola o leito maior e inunda o leito excepcional.

No que diz respeito a uso e cobertura, algumas estruturas devem ser mencionadas para melhor entender o termo, Higashi (2006) menciona dois importantes aspectos, o primeiro são os aspectos ambientais: o uso inadequado do solo pode implicar em degradação dos recursos naturais dos municípios e sérios problemas nas estruturas de obras civis e o segundo são os aspectos legais:

instrumentos das leis que apresentam regulamentações quanto ao uso correto do solo, definindo normas e limitações.

Nesse contexto, é importante explicar os aspectos ambientais para se ter uma ideia sobre os elementos fundamentais para planejamento dos centros urbanos e a forma como vão ser usados pela sociedade. A princípio o solo é um elemento que deve ser levado em consideração por conta da sua influência na resistência das estruturas, a rugosidade do terreno e por fim sua suscetibilidade a eventos naturais. Higashi (2006) explica detalhadamente o uso e cobertura do solo considerando os aspectos ambientais em um quadro (figura 2).

Figura 2 - Quadro de uso e cobertura considerando os aspectos físicos.

Fundação	Os aspectos geotécnicos mais importantes que levantam considerações e determinam a execução e estabilidade de fundações de edificações são a posição do lençol freático, compressibilidade e resistência ao cisalhamento das camadas de apoio da fundação e resistência ao cisalhamento. Caso estas condicionantes não sejam satisfeitas a superestrutura corre o risco de apresentar os sintomas normais de recalque e ruptura;
Pavimentação	A implantação de ruas e estradas em áreas de baixa capacidade de suporte e grande compressibilidade resulta em transtornos significativos para a população, ocasionando vias inadequadas para o tráfego de veículos em razão das deformações do pavimento. O estudo prévio da viabilidade de implantação de estradas requer alguns tipos de dados geotécnicos como as propriedades de compactação do solo, sua capacidade de suporte, expansão e as características do terreno para fundações;
Estabilidade de encostas e taludes	A estabilidade de encostas e taludes é regida por fatores como os parâmetros de resistência do solo, geometria do talude ou encosta, pressões de água no maciço, peso do talude, empuxos de terras, distribuição das descontinuidades no maciço, estado de tensões internas no maciço, método executivo considerado, entre outros;
Erosão	A ocupação de áreas em cotas mais altas, sem um devido planejamento, gera instabilidades de ordem geotécnica das encostas, agravadas pela ocorrência de chuvas intensas que podem provocar erosões no solo, intensificando o processo de assoreamento dos córregos e rios de baixadas;
Poluição ambiental	A poluição do meio ambiente pode ser causada de diversas formas e por diferentes processos. A contaminação de aquíferos através de forças de percolação constitui em um dos principais problemas ambientais

Fonte: adaptado de Higashi (2006).

No complemento do quadro acima, a ação de retirada da vegetação nativa, onde esse ato produz consequências devastadoras para os corpos hídricos, falando especificamente de áreas de preservação permanentes, os efeitos seria o assoreamento do canal, diminuição da qualidade da água e em caso extremo, extinção do corpo hídrico.

Quantos aos aspectos legais, surgiram no momento que o Brasil necessitava de regras para desacelerar o processo de ocupação em muitos casos desordenados nas áreas urbanas. De acordo com Higashi (2006), algumas normas devem ser levadas em consideração no planejamento das áreas urbanas, com o objetivo de

umentar a qualidade de vida da sociedade, o autor explica de forma resumida essas leis (figura 3).

Figura 3 - Quadro com as leis relacionadas ao uso e cobertura.

Instrumentos Legais	Características	Possibilidade de inserção da recuperação de áreas degradadas
1. Lei do Plano Diretor	Instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana	- Identificar as áreas degradadas e propor programas de recuperação
2. Lei de Uso e cobertura do Solo	Regulamenta a utilização do solo em todo o território municipal	- Regulamenta a extração de recursos naturais - Prever sanções civis e administrativas, tais como a recuperação de áreas degradadas.
3. Lei de Parcelamento do Solo Urbano	Estabelece diretriz para projetos de parcelamento de glebas urbanas, em conformidade com interesses municipais.	- Fixar normas para evitar a degradação de áreas urbanas pela implantação de projetos de parcelamento. - Vedar o parcelamento de áreas urbanas degradadas.
4. Código de Obras	Disciplina as edificações com o fim de garantir condições de higiene, saúde e segurança.	- Fixar normas técnicas para edificações destinadas ao armazenamento de produtos capazes de degradar áreas.
5. Código de posturas	Regula a utilização de espaços públicos ou de uso coletivo	- Estabelecer sanções administrativas para os que degradem áreas públicas.
6. Código Florestal 2012 Brasileiro – Áreas de preservação permanente	Institui o código Florestal	- Estabelece áreas de preservação permanente baseado na hidrologia, relevo e vegetação.
7. Código Tributário	Estabelecer a política municipal de tributação	- Prever incentivos tributários (isenções, anistia, etc.) para os que recuperarem áreas degradadas. - Prever a cobrança de contribuição para recuperação de área degradada.
8. Legislação Orçamentária	Estabelece diretrizes orçamentárias, prevendo receitas e fixando as despesas necessárias	- Prever a origem e aplicação de recursos financeiros nos projetos de recuperação de áreas degradadas.

Fonte: adaptado de Higashi (2006).

No âmbito das leis, suas ferramentas deveriam nortear o planejamento e gestão dos recursos naturais, contudo, é possível observar o não cumprimento dessas diretrizes.

Pollo (2014) analisou e diagnosticou o uso e cobertura na bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso no estado de São Paulo, o autor utilizou os conflitos de uso com base em técnicas de geoprocessamento, também foi observado que os conflitos do solo de 1972 e 2010 apresentaram resultados que evidenciam intensa ação antrópica na modificação da paisagem, demonstrando que a maior parte das áreas destinadas as Áreas de Preservação, de acordo com o Código Florestal, estão em situação irregular,

avançando 2,20ha/ano a uma taxa de 0,24%/ano desde 1972 até 2010 sobre as áreas de APPs, revelando o impacto negativo.

Garcia (2014) também estudou a importância da legislação ambiental no uso e cobertura na bacia hidrográfica do Córrego Barra Seca - SP, principalmente no que diz respeito nas leis que regem às áreas de preservação permanente. Durante sua pesquisa observou um aumento expressivo na degradação das APPs por conta da ocupação irregular, contudo o mesmo concluiu, que o estágio atual de degradação pode ser revertido com uma fiscalização mais apurada por parte do poder público.

Cada vez mais é notável a importância da bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento e gestão. A bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é constituída pelo conjunto de superfícies que, através de canais e tributários, drenam água da chuva, sedimentos e substâncias dissolvidas para um canal principal (GRANELL-PÉREZ, 2004; BRAGA et al, 2005; CRHISTOFOLETTI, 1980).

Portando, uma bacia hidrográfica é um elemento de vital importância para a regulação do ambiente que à circunda, considerando também os seres vivos que nela habitam. Todavia ocupação desordenada em uma bacia hidrográfica pode proporcionar o surgimento de inúmeras problemáticas ambientais:

A ação antrópica sobre a superfície de uma bacia hidrográfica provoca transformações no sistema hidrológico. A introdução de superfícies impermeáveis diminui a infiltração e reduz a superfície de retenção, portanto tem-se uma diminuição do abastecimento do lençol freático, o que pode implicar desperenização dos cursos d'água. A mesma impermeabilização causa um aumento no escoamento superficial combinado com o aumento da velocidade produzida pela drenagem artificial, resultando em maiores vazões de pico com tempo de ocorrência mais rápido, provocando as enchentes em áreas urbanas (TUCCI, 2002, p. 15).

Na maioria dos casos, essa problemática acontece por conta da falta de planejamento na ocupação de uma bacia hidrográfica urbana. Enchentes e inundações, são consequência direta da negligência do poder público em não intervir na ocupação um sistema complexo com uma bacia de drenagem. Para reforçar esse debate, as bacias hidrográficas presentes no meio urbano, constituem um recorte espacial de importância fundamental para o planejamento urbano. Quase sempre, seu processo de uso e cobertura do solo, é desenvolvido de modo espontâneo, raramente fundamentado nas questões ambientais (SUBUSIANI; BETTINE, 2011).

Em muitos casos o planejamento adequado para uso e cobertura de uma bacia hidrográfica esbarra em diferentes normas político-administrativas de expansão (Plano Diretor, Lei de Uso e cobertura entre outros) e zoneamentos urbanos,

implicando em muitos conflitos e ocasionado uma desorganização para uso do solo, muitas vezes direcionada para um viés lucrativo.

A ocupação desordenada nas bacias hidrográficas tende a gerar problemáticas para o corpo hídrico, a exemplo da retirada da mata ciliar podendo causar diminuição na qualidade da água. A própria sociedade influencia na degradação do corpo d'água com suas redes clandestinas, provavelmente de esgoto, que seguem para o córrego, cuja água acaba por apresentar, em muitos trechos, mau cheiro e coloração acinzentada. Além dos efluentes líquidos, o córrego recebe cargas significativas de lixo de todo tipo, desde restos de construção, pneus, plásticos etc., até animais mortos (SCHNEIDER, et al, 2011).

As consequências da ocupação desordenada em uma bacia hidrográfica apresentadas são de vital valor para um debate sobre o monitoramento dos diversos elementos constituintes no espaço urbano, mas a diversidade dos mesmos torna o estudo bastante desafiador. Nesse processo, o geoprocessamento é uma ferramenta importante para os estudos de uso e cobertura e vulnerabilidade, pois contribui no apontamento e monitoramento dos locais vulneráveis, além de proporcionar soluções para o planejamento urbano em um curto período de tempo.

O mapeamento das informações é um recurso muito utilizado para tornar mais evidentes os padrões de uso e cobertura dos espaços. A visualização dos fatos no espaço melhora a compreensão das interações existentes e aponta as ações necessárias (SUBUSIANI; BETTINE, 2011).

Ferramentas como a cartografia, sensoriamento remoto e o SIG (Sistema de Informação Geográfica) são instrumentos indispensáveis na observação dos fenômenos oriundos da interação dos agentes sociais com relação a natureza. As técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento tornaram-se ferramentas úteis e indispensáveis no monitoramento da dinâmica de uso e cobertura das terras, pelo fato de propiciar maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica (VAEZA, et al, 2010).

A classificação de imagem pode proporcionar um mapeamento preciso das classes de uso do solo, bem como o levantamento do máximo possível de dados que possam ser usados no diagnóstico ou recuperação de áreas degradadas, além de possibilitar um monitoramento sucinto das evoluções ocupacionais em uma bacia hidrográfica.

As geotecnologias possibilitam um monitoramento constante da dinâmica urbana, ou seja, a observação constante dos agentes sociais principalmente os grupos sócios excluídos (resistência, resiliência) perante a eventos danosos, essa Conexão torna possível à análise da vulnerabilidade ambiental dos agentes modeladores do espaço urbano.

Para Corrêa (1989) o espaço urbano é modelado por estruturas sociais, que fazem e refazem o espaço urbano, são eles: os proprietários dos meios de produção; os proprietários fundiários; os promotores imobiliários, o Estado e os grupos sociais excluídos (figura 4).

Figura 4 - Quadro com os agentes sociais modeladores do espaço urbano.

Proprietários industriais e grandes empresas	São grandes consumidores do espaço. Necessitam de terrenos amplos e baratos que satisfaçam requisitos locacionais pertinentes as atividades de suas empresas-junto a portos, vias férreas ou em locais de ampla acessibilidade a população.
Proprietários de terras	Atuam no sentido de obterem a maior renda fundiária de suas propriedades, interessando-se em que estas tenham o uso mais remunerador possível, especialmente uso comercial ou residencial de status. Estão interessados no valor de troca da terra e não no seu valor de uso.
Promotores imobiliários	Conjuntos de agentes que realizam, parcialmente ou totalmente, as seguintes operações: incorporação; financiamento; estudo técnico; construção ou produção física do imóvel e comercialização ou transformação do capital.
Estado	Atua na organização espacial da cidade, sua atuação tem sido complexa e variável tanto no tempo como no espaço, refletindo a dinâmica da sociedade da qual é partes constituinte. O estado dispõe de um conjunto de instrumentos que pode empregar em relação ao espaço urbano <ul style="list-style-type: none"> • Direito de desapropriação e precedência na compra de terra; • Regulamentação do uso do solo; • Controle de limitação dos preços das terras; • Limitação da superfície da terra de que cada um pode se apropriar • Impostos fundiários e imobiliários que podem variar segundo a dimensão do imóvel, uso da terra e localização; • Taxação de terrenos livres, levando a uma utilização completa do espaço urbano; • Mobilização de reservas fundiárias públicas, afetando o preço da terra e orientando espacialmente a ocupação do espaço; • Investimento público na produção do espaço, através de obras de drenagem, desmontes, aterros, e implantação de infraestrutura; • Organização de mecanismos de créditos à habitação e • Pesquisas, operações-testes como materiais e procedimento de construção, bem como o controle de produção e do mercado deste material.
Grupos sociais excluídos	São aqueles que não possuem renda para pagar o aluguel de uma habitação digna e muito menos para compra um imóvel, este é um dos fatores, que ao lado do desemprego, doenças, subnutrição, delineiam a situação dos grupos excluídos, a estas pessoas restam como moradia: cortiços, sistemas de autoconstrução, conjuntos habitacionais fornecidos pelo agente estatal e as favelas.

Fonte: adaptado de Corrêa (1989).

Tais agentes atuam em conjunto, com maior ou menor força, e de forma indissociável apropriam-se transformam o espaço, fazendo com que o urbano seja

uma miscelânea de relações conflituosas, direcionado o planejamento espacial urbano (ARAÚJO JÚNIOR, 2016).

A produção do espaço urbano está estritamente ligado a três elementos distinto: **O econômico** (a cidade produzida como condição de realização da produção do capital – convém não esquecer que a reprodução das frações de capital se realizam através da produção do espaço); **o político** (a cidade produzida como espaço de dominação pelo Estado na medida em que este domina a sociedade através da produção de um espaço normatizado); e **o social** (a cidade produzida como prática socioespacial, isto é, elemento central da reprodução da vida humana) (CARLOS, 2007, p. 87).

Tanto Corrêa quanto Carlos destacam que os elementos e/ou agentes sociais fazem e refazem o espaço urbano. Nesse sentido, os próprios agentes sociais estimulam o surgimento de locais e pessoas segregadas e em muitos casos estão diretamente ligadas as estratégias imobiliárias submetidas à mediação do mercado, transformando o espaço em mercadoria, tornando esses locais inviáveis para pessoas de baixa renda.

Manfio e Severo (2014) citam que as diferenças de valores urbanos, grupos sociais e conflitos têm produzido sobre o espaço fenômenos urbanos tais como segregação social, criação de centralidade e periferização. Sabe-se que a desigualdade nos espaços urbanos é frequente e nem todos têm acesso aos mesmos serviços, pelo próprio fato da urbanização, em muitos casos, ser rápida e desordenada, lhes conferindo sérios problemas urbanos, que no limiar das relações urbanas tornam-se conflitos socioeconômicos.

Nesse sentido, as interações dos agentes sociais modelam o espaço urbano. Essa dinâmica tende a influenciar a ocupação de áreas ambientalmente frágeis, nesse caso os grupos excluídos citados por Corrêa (1989) acabam ocupando essas áreas, possibilitando assim o surgimento de locais com vulnerabilidade ambiental.

Nessa interação, o espaço urbano de Boa Vista é moldado pela interconexão dos agentes sociais, econômicos e político-institucionais por meio do tempo e do espaço físico, Backer (2013) coloca claro algumas características relacionadas aos núcleos urbanos na Amazônia, são “pequenas cidades ribeirinhas” que podem ser definidas por: uma baixa articulação com as cidades do entorno; atividades econômicas quase nulas, com o predomínio de trabalho ligado a serviços públicos; pouca capacidade de oferecimento de serviços, mesmo os básicos, relacionados à

sáude, educação e segurança: predominância de atividades caracterizadas como rurais.

As interações dos agentes sociais na construção do espaço urbanos, formam as atividades ligadas a ideia de cidades ribeirinhas e a maiorias dessas particularidades mencionadas pela Backer (2013) tende a produz fenômenos de segregação e finalmente condicionam o surgimento de vulnerabilidades ambientais.

1.1.1.1 Breve panorama geo-histórico da expansão urbana de Boa Vista-RR

Faz-se necessário um debate sobre a formação história espacial da cidade Boa Vista considerando os agentes sociais na formação deste espaço urbano, avaliando os aspectos econômico, político e social.

Veras (2009) explica que a produção do espaço urbano de Boa Vista capital do Estado de Roraima desenvolveu-se em três momentos histórico e social na sua formação socioespacial: inicialmente, quando estava sob a jurisdição do estado do Amazonas, entre 1890 e 1943; num segundo momento, quando a criação do Território Federal do Rio Branco, em 1943 e a transformação do Território Federal de Roraima em Estado, em 1988.

O governo em 1890 estimulou a emancipação da Vila de Boa Vista do Rio Branco, esta ainda era um pequeno aglomerado, predominando construções de barro, coberto de palha (taipa), com uma pequena população, que se ocupava com atividades ligadas ao setor primário (BATISTA, 2013).

Nesse momento o processo de produção do espaço no Estado de Roraima recebia mais influência dos agentes sociais podendo-se destacar o Estado como o principal estimulador das mudanças socioespaciais. De acordo com Veras (2009) Batista (2013); Santos Neto (2014) em Boa Vista o crescimento populacional manteve-se tímido até a década de 1970, mas nos anos seguintes, as taxas de crescimento registraram saltos significativos. Dentre os fatores que impulsionaram esse crescimento destaca-se a construção da BR-174 que em 1977 foi liberada ao tráfego interligando as cidades de Manaus e Boa Vista; até aquele momento a ligação era feita apenas por via aérea ou fluvial, claro considerando o período adequado para navegação no Rio Branco.

Em 09 de junho de 1890, Boa Vista passou à condição de cidade, sendo criado o recém município de Boa Vista. Em meados dos anos 1950, tornou-se capital do então Território Federal de Roraima. As mudanças estruturais

do traçado urbanístico da cidade devem-se ao engenheiro Darcy Aleixo Derenusson, que dirigiu uma equipe de conceituados especialistas em urbanismo, esgotos sanitários, pluviais, abastecimento de água, energia elétrica com sua rede de distribuição (MAGALHÃES, 1986, p. 28).

Outro fator importante nessa dinâmica de produção do espaço foi a abertura dos garimpos nas décadas de 1980 e 1990. Esse evento incentivou o deslocamento de pessoas para o Estado de Roraima, no entanto, essa migração trouxe para o estado apenas grupos de homens, mais de acordo com Batista (2013) os agentes sociais como o Estado, por meio de ações de políticas públicas interferiu na produção do espaço urbano, pois impulsionou tal crescimento incentivando a migração e formação de aglomerados urbanos.

Durante a década de 1990 foram criados em torno de 26 bairros, sobretudo na região oeste da cidade, representando um inchaço demográfico na zona ambientalmente frágil do município, onde se encontra uma vasta quantidade de lagos e cursos d'água. Anos depois, Boa Vista esteve deparado com outro aumento populacional, de acordo com Araújo Junior (2016) a Cidade teve um amplo incremento populacional passando de 122.600 para 284.300, um crescimento de 131,89%, o que equivale a uma população de 63% concentrada unicamente no espaço urbano de Boa Vista.

Portando esse *boom* populacional teve impacto significativo no espaço urbano de Boa Vista, sobretudo, nas áreas ambientalmente susceptível a ocorrência de desastres naturais como os igarapés, lagos e rios. Esse rápido aumento no contingente humano não foi acompanhado por infraestrutura. E como a consequência disso ocorreu a extinção de vários corpos hídricos que faziam parte do espaço urbano da cidade de Boa Vista (VERAS, 2009).

Durante o período de fechamento dos garimpos, o governo do Estado exercia forte gerência sobre a capital, no tocante à política urbana, um exemplo dessa influência foi a política de doação de lotes urbanos, dado os interesses eleitorais, sem aprovação da prefeitura quanto à localização desses bairros (BATISTA, 2013).

Na maioria dos casos, a doação dos lotes com os fins eleitorais não agregava a infraestrutura no processo de implantação durante o período de doações. Foram criados alguns bairros sem nenhum planejamento prévio, podendo ser citados os bairros Asa Branca, Tancredo Neves, Jardim Floresta, entre outros. Esses novos bairros surgiram no setor Sul e principalmente no Oeste, e em muitos casos eram ocupações irregulares e apresentavam escassez de serviços urbanos, baixa

infraestrutura física (abastecimento de água, energia elétrica, telecomunicação, saneamento, drenagens, pavimentação, coleta de lixo, transporte) e social (serviço de educação, saúde, segurança, lazer, moradia) e degradação ambiental (desmatamento, poluição).

Em 1988 – 1992 foram criados 18 bairros com o intuito de fomentar assentamentos informais e loteamentos clandestinos, como por exemplo os bairros Santa Tereza, Piscicultura, Jardim Primavera, Alvorada, Cauamé, Caranã e Equatorial, em alguns casos a ocupação ocorreu em áreas próximas a corpos hídricos, ocasionando impactos ambientais; em 2001 surgiu o bairro Jardim Caranã, proveniente de doação de lotes em prol de políticos em campanha eleitorais e loteamentos, em seguida o bairro Cruviana foi criado em 2010, sendo um convênio entre a prefeitura e a Caixa Econômica Federal (BATISTA, 2013).

Nesse contexto deve ser enfatizado que os bairros supracitados foram criados para suprir uma demanda de ocupação e na maioria das vezes existiam interesses políticos-eleitorais ou econômicos, criando efeitos colaterais que são as ocupações em margens de corpos hídricos, causando portanto, impactos ambientais severos, mas o principal problema, são as pessoas de baixa renda, excluídas do mercado imobiliário formal, que acabaram por ocupar regiões desvalorizadas pelo mercado privado, bem como áreas públicas vulneráveis ambientalmente.

Em sua maior parte, tais áreas estão sujeitas a diferentes tipos de risco – fundos de vale, sujeitos a inundação; encostas de morros, com grande risco de escorregamento; regiões poluídas e/ou áreas de proteção ambiental (GAMBA; RIBEIRO, 2012).

O uso e cobertura são um dos elementos com maior peso no surgimento e agravamento da vulnerabilidade ambiental, portanto, a forma como a dinâmica ocupacional na cidade de Boa Vista aconteceu, determinou o surgimento de áreas vulneráveis, além de ultimar “em parte” a resiliência e resistência dos indivíduos atingidos por catástrofes naturais.

1.1.2 Políticas públicas: uma ferramenta para a gestão de bacias hidrográficas urbanas

No processo caótico de evolução das cidades, uma importante ferramenta apoiada juridicamente, veio com o objetivo de planejar e organizar o território, falando em uma escala mais ampla ou simplesmente nacional. As políticas públicas são uma

base para o diálogo de vários agentes sociais, cada um com seus interesses, que no final encontram meios que possam beneficiar a sociedade.

Numa compreensão mais ampla, as políticas públicas são instituídas por decisões e ações revestidas pela autoridade do poder público, ocorrendo por uma dinâmica “simultânea e permanentemente, estão entrelaçadas, inter-relacionadas e são interdependentes, influenciando-se de forma mútua” (MELLO-THÉRY, 2011, p.12), ou seja, as políticas públicas são tomadas de decisões em prol de uma necessidade social que envolve vários atores sociais que formulam decisões que são redigidas pelo Estado.

De acordo com Teixeira (2016) as políticas públicas são prioritariamente comuns aos interesses do coletivo, assim, os interesses particulares e individuais não devem extrapolar esses limites, e ainda, deve ser uma expressão em discussão pública/ aberta à população. Nesse conceito expresso pelo autor, as discussões que precedem o surgimento de uma política pública, na maioria das vezes são descartadas as opiniões da maioria menos favorecida, apadrinhando então, a elite e seus interesses predatórios.

Para reforçar essa discussão, Fernandes (2015) destaca que a política pública está inserida em um contexto amplo e interligado a vários atores. Olhar as políticas públicas é reconhecer que os fundamentos de sua relação são políticos e que nem sempre os problemas são de fato públicos, assim quando “elaboradas não são necessariamente destinadas ao bem-estar de uma dada coletividade, respondendo muitas vezes, em contrapartida, a interesses individuais”.

Na concepção de políticas públicas vários autores citam a importância dos agentes sociais na organização e planejamento, nesse contexto, Teixeira (2016) explica que tais agentes são identificados como: políticos e partidos políticos, empresários, organizações, sindicatos entre outros. Cada um fazendo parte de um conjunto de perda/ganho com a política em debate, dentro do conjunto de interesses afetados pelas decisões/ações da política públicas, Travassos (2013) conclui que os resultados dessas interações são leis, normas, métodos e conteúdo que são produzidas pela interação dos agentes supracitados que disputam o Estado.

É importante fazer um breve levantamento histórico de como surgiu o termo políticas públicas e principalmente como passou a existir no Brasil,

Em relação a sua instituição enquanto campo de conhecimento, foi nos Estados Unidos da América enquanto uma subárea da Ciência Política que

essa vertente de pesquisa começou a se constituir no início dos anos de 1950, sob a qualificação de *Policy Science* em uma linguagem de relações com as bases teóricas da ação do governo sem estabelecer relações com mas base teórica sobre o papel do Estado, ou seja, deveria lidar na compreensão sobre “Como” e “porque” os governos escolhem determinada ação (SOUZA, 2006, p. 20).

Mas, é só a partir do final de 1980, no processo de redemocratização brasileira, que a política pública adquire grande relevância enquanto discussão no meio científico e na gestão pública, com grande ênfase à análise das estruturas e características dos processos de negociação de políticos setoriais específicas (FREY, 2000).

Nesse contexto, Silva (2012) explica que de modo geral dois elementos marcaram esse período para a política pública Brasileira: primeiramente a volta ao Estado democrático de direito, com a promulgação da constituição de 1988 que institucionalizou amplas medidas e direitos sociais, permitindo a legalização de diferentes movimentos sociais, no qual as políticas públicas passaram a alcançar escalas subnacionais, em especial aos municípios. E secundariamente a participação da população nessas políticas, embora hoje consisti de modo incipiente e irregular no Brasil.

A geografia possui ferramentas importantes para uma análise apurada sobre a concepção de políticas pública. Os geógrafos devem analisar as políticas públicas com base na Escala, Território, poder, região, cultura, identidade e cidadania, e conclui que cabe ao geógrafo focar na dimensão espacial, verificar a partir das diferentes escalas geográficas sobre a distribuição espacial dos programas, planos/projetos no território, as desigualdades advindas da formulação e a implementação das mesmas no Brasil, e na relação dos níveis de governo federal – municipal, consolidando assim um marco relevante aos estudos geográficos” (SERPA, 2011, p.42).

É importante destacar que o foco desse capítulo são as políticas públicas que são aplicadas em torno da unidade de gestão Bacia hidrográfica, nesse sentido, é de vital importância falar sobre a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, mais conhecida como Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001). O estatuto abarca um conjunto de princípios - no qual está expressa uma concepção de cidade e de planejamento, gestão urbana e ambiental.

O Estatuto da Cidade veio com o intuito de regulamentar os artigos 182 e 183 da Constituição Federal determinando diretrizes para o planejamento e gestão das

idades. O artigo 182 delimita diretrizes gerais fixadas em lei com o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

No presente artigo em seu primeiro inciso regulamenta uma ferramenta importante no planejamento das cidades, o Plano Diretor:

§ 1º - O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º - A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor.

O artigo 183 da Constituição Federal concede direitos ao uso de sua propriedade. O presente artigo destaca que aquele que possuir como sua área urbana de até 250 (duzentos e cinquenta) metros, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, utilizando-a para sua moradia ou de sua família, adquirir-lhe-á o domínio, desde que não seja proprietário de outro imóvel urbano ou rural (BRASIL 2001).

Tendo em vista a importância das políticas públicas na gestão de bacia hidrográfica, o estatuto da cidade com seus dezesseis incisos tem como objetivo de oferecer meios para o planejamento e gestão urbana, ou seja, o estatuto funciona como uma caixa de ferramenta para uma política urbana local.

O Estatuto em seu parágrafo 1§ garante o direito a cidade sustentável, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, lazer para as presentes e futuras gerações.

Em seu parágrafo 2§ fala sobre a gestão participativa de todos os agentes sociais. Nele alocação que a gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano, nesse sentido, a comunidade e o Estado atuam assim, conjuntamente na gestão e fiscalização das ações públicas.

No parágrafo 4§ estabelece que o planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município e do território sob área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente,

nesse caso o estatuto está preocupado em estabelecer um equilíbrio entre o crescimento e desenvolvimento urbano com a questão ambiental.

Para tanto, o presente parágrafo não condiz com a realidade das cidades do Brasil, no concernente as ocupações em áreas de preservação permanentes. Perotto (2007) entendeu que esse “equilíbrio” sempre está direcionado a ocupação sem planejamento, o mesmo observou um aumento de 258,3% nas ocupações de uso social, nesse caso, o aumento foi frente as áreas de preservação permanentes.

O Estatuto da Cidade demonstra um olhar mais apurado em relação ao controle sobre o uso e cobertura do solo. Nesse contexto, o parágrafo 5§ explica que alguns aspectos devem ser evitados:

- A utilização inadequada dos imóveis urbanos;
- A proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;
- O parcelamento do solo, edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infraestrutura urbana;
- A instalação de empreendimento ou atividades que possam funcionar como polos geradores de tráfegos, sem a previsão da infraestrutura correspondente;
- A retenção especulativa de imóvel urbano, que resulte na sua subutilização ou não utilização;
- A deterioração das áreas urbanizadas;
- A poluição e a degradação ambiental.

O parágrafo 9§ destaca a justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização. Araújo Junior (2016) destaca uma crítica plausível sobre os incisos supracitados, pois vem se percebendo nos espaços urbanos um descompasso entre os incisos sexto e nono, posto que em grande parte o ônus é “destinado” as classes menos favorecidas da população, as quais tem que conviver com mazelas sociais crônicas (falta de saneamento, moradia, transporte entre outros), bem como ambientais (moradia em áreas de riscos a inundação, deslizamento etc.).

Contudo, no Estatuto é importante destacar o parágrafo 12§, o qual mostra preocupações na proteção, preservação e reocupação do meio ambiente natural, construído do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico, nesse contexto, é necessário um olhar mais centrado nas áreas verdes dos perímetros urbanos, com o intuito de preservar e mitigar possíveis desastres naturais.

O Estatuto da Cidade no âmbito municipal prevê a implementação do plano diretor previsto pela constituição de 1988, regulamentado pelo artigo 182 do mesmo. Cabe ao plano diretor cumprir a premissa constitucional da garantia da função social da cidade e da propriedade urbana, nesse sentido, o plano diretor deverá explicitar de forma clara qual o objetivo da política urbana, partindo de um amplo processo de leitura da realidade local, envolvendo os mais variados setores da sociedade (BRASIL, 2001).

No Estatuto o artigo 40 prevê os requisitos para aplicação do plano diretor aprovado por lei municipal:

§ 1º o Plano Diretor é parte integrante dos processos de planejamento municipal, devendo plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporarem as diretrizes e as prioridades nele contido;

§ 2º o Plano Diretor deverá englobar o território do município como um todo;

§ 3º a lei que instituir o plano Diretor deverá ser revista, pelo menos, a cada dez anos;

§ 4º no processo de elaboração do Plano Diretor e na fiscalização de sua implementação, os poderes legislativo e executivo municipais garantirão:

I – A promoção de audiência públicas e debates com a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade;

II – A publicação quanto aos documentos e informações produzidos;

III – A acesso de qualquer interessado aos documentos e informações produzidos.

Dois aspectos podem ser destacados no artigo 40 do Estatuto da Cidade, o parágrafo 3 trata da revisão do plano diretor a cada dez anos, para o aprimoramento das diretrizes perante ao dinamismo do processo urbano, por outro lado, o próprio município de Boa Vista não possui tal atualização do seu Plano Diretor de 2006, isso denota, que o poder público possui uma certa lentidão no que diz respeito ao planejamento e gestão do espaço urbano.

No artigo 42 explica qual deve ser o conteúdo mínimo do plano Diretor aplicado no município:

I – A delimitação das áreas urbanas onde poderá ser aplicado o parcelamento, edificação ou utilização compulsórios, considerado a existência de infraestrutura e de demanda para utilização, na forma do artigo 5º desta lei;

II – Disposições requeridas pelos arts. 25, 28, 29, 32 e 35 desta lei;

III – sistema de acompanhamento e controle.

Nesse contexto o Plano Diretor possui ferramentas para o norteamento do planejamento urbano, portanto é de vital importância a participação dos agentes sociais. Todas as propostas devem ser discutidas e implementadas, incorporando-se no debate aberto e democrático com participação ativa dos excluídos e reconhecimento amplo dos conflitos (OLIVEIRA, 2007).

Boa Vista só obteve seu Plano Diretor na década de 1990 com a lei nº 244, que dispõe sobre a promoção do desenvolvimento urbano, zoneamento, uso e cobertura do solo, sistema viário, parcelamento do solo e dá outras providências, no caso da lei, a mesma só foi promulgada em 06 de setembro de 1991.

De acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Boa Vista (1991) as linhas de ação do plano visavam a:

I-Estabelecer um plano global de expansão urbana, econômica, de ensino, capaz de atender os diferentes níveis educacionais;
II-Elaborar diretrizes para a preservação da ecologia e do meio ambiente; e III-estabelecer um plano para a construção viária, ligando o centro da cidade de Boa Vista aos Bairros.

Para Veras (2009) na elaboração desse plano, não houve nenhuma consulta prévia a população, tão pouco uma leitura da cidade, que pudesse diagnosticar as necessidades por equipamentos e serviços da população no sentido de promover o desenvolvimento e o crescimento ordenado de Boa Vista.

Por conta desse apelo na participação da sociedade na formação das políticas públicas, em 28 de novembro de 2006 foi implementado a Lei complementar nº 924 denominado de Plano Diretor Estratégico e Participativo. O PDEPBV tem como objetivo geral a promoção do ordenamento territorial e o desenvolvimento social e econômico sustentável do município de Boa Vista, a partir do reconhecimento de suas potencialidades e de seus condicionantes ambientais (BOA VISTA, 2006a).

No sentido do planejamento e sustentabilidade adotada para a cidade de Boa Vista, o PDEPBV em seu artigo 4º desdobra-se nas seguintes linhas estratégicas de atuação: I– Promoção do desenvolvimento econômico sustentável do município na perspectiva da integração regional; II– Qualificação ambiental do município considerando sua biodiversidade e condicionantes socioeconômicas, no caso do inciso segundo, é claramente demonstrado que o Plano Diretor tem uma preocupação em relação a interação natureza e sociedade.

Pode-se destacar também que o artigo 6º do PDEPBV lança diretrizes voltadas para a estratégia de qualificação ambiental do município de Boa Vista: I– A preservação, a proteção, a recuperação e a valorização do patrimônio ambiental; II– A promoção do planejamento e da gestão municipal que respeite os condicionantes do meio físico e biótico; III– A implementação do Macrozoneamento municipal proposto na presente lei.

No presente artigo, o destaque fica para os dois primeiros incisos, o primeiro trata da preservação e uso sustentável dos recursos ambientais, nesse caso, é importante pelo fato de haver uma preocupação nos recursos naturais em prol do bem-estar dessa geração e da futura também, entretanto, os objetivos estão longe de ser alcançados pelos agentes sociais que moldam o espaço urbano.

O segundo inciso traz uma ideia de incorporar as bacias hidrográficas como uma unidade de planejamento, aumentando assim a eficiência no planejamento e gestão do município.

O artigo 8º do mesmo, determina patrimônio ambiental de Boa Vista I – Os corpos hídricos perenes e intermitentes e suas respectivas áreas de Preservação Permanente – APP, definidas pela Lei Federal 4771 datado de 15 de setembro de 1965, Código Florestal; II– As faixas marginais de proteção dos igarapés, das lagoas e dos rios, com exceção apenas da orla do rio Branco, dentro do perímetro urbano, nos bairros 13 de Setembro, Calungá, Francisco Caetano Filho, Centro, São Pedro, Canarinho e Caçari, já consolidados; III- os mananciais, especialmente aqueles que compõem as sub-bacias dos igarapés Água Boa de Cima e Água Boa.

Pode-se observar uma preocupação sobre as áreas de preservação permanente, bem como, sua função reguladora no meio ambiente, principalmente em se tratando dos corpos hídricos, contudo, isso não condiz com a realidade vivida pelos mananciais dentro do perímetro urbano de Boa Vista, em muitos casos, sendo ocupados e degradados pela ação antrópica.

Em seu artigo 12º o Plano Diretor determina as diretrizes para alcançar os objetivos ditos no artigo anterior (11), ou seja, estabelece meios para implantar a política ambiental voltada para os recursos hídricos:

- I – Observar a Política Nacional de Recursos Hídricos, nos termos da legislação federal e principalmente da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997;
- II– Observar o Código Florestal, Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965;
- III – definir metas de redução da poluição hídrica;

IV– Priorizar a preservação dos igarapés e lagoas inseridos nas zonas sul/sudoeste da cidade por serem áreas menos degradadas e passíveis de recuperação;

V– Preservar as cabeceiras e nascentes dos principais cursos d’água da área urbana: Igarapé Grande e Caranã.

No artigo supracitado, o destaque fica na priorização do uso sustentável dos recursos naturais, principalmente em se tratando dos recursos hídricos e suas áreas de preservação permanente, o que fica mais evidente é a preocupação na preservação dos mananciais localizados na zona oeste da área urbana, isso se torna evidente, pelo fato da dinâmica de ocupação ser mais intensa na zona oeste, avançando em direção das principais nascentes (igarapé Caranã) da área urbana de Boa Vista.

O plano diretor é uma importante ferramenta na gestão e planejamento da cidade de Boa Vista, suas diretrizes abrem um leque de ferramentas para uma cidade sustentável, contudo sua aplicação como um todo, mostra-se ser uma tarefa árdua, pelo fato das inúmeras problemáticas ambientais contidas no espaço urbano de Boa Vista.

Costa; Costa e Reis Neto (2004) numeram alguns impactos ocorrentes na cidade, que deveriam ser contidos pelas políticas públicas, são eles:

I- Aterramento de lagos naturais, para a expansão de bairros, modificando profundamente a paisagem e a biodiversidade local;

II- Contaminação do Igarapé Caranã devido à ocupação imediata à margem que, sem a instalação de saneamento básico, os depósitos de lixo clandestinos produzem chorume que são descarregados diretamente na drenagem;

III- Aceleração da instalação de voçorocas devido à abertura de valões para facilitar o escoamento superficial;

IV- Extração de lateritas para a construção civil, levando ao assoreamento da drenagem e de lagos, provocando inundações acentuadas no período chuvoso;

V- Estabelecimento de pocilgas com barragem parcial do igarapé contribuindo para o aumento na concentração de coliformes fecais na drenagem;

VI- Despejo de esgotos diretamente no igarapé realizados por clubes de lazer estatais ou privados;

VII- desmatamento da mata ciliar característica da região (buritis e vegetação de médio porte), objetivando a formação de acampamentos e lenhas para banhistas;

VIII- Terminação de ruas, com edificação sem observar a lei de áreas de preservação permanentes.

O Plano Diretor Estratégico e Participativo busca desenvolver estratégias com o intuito de diminuir esses impactos supracitados ocorrentes da interação dos agentes sociais com o meio ambiente, vale ressaltar que o objetivo do Plano Diretor é planejar e desenvolver ações que visão o gerenciamento do uso sustentável das cidades, minimizando os impactos ambientais fruto da expansão desordenadas da ocupação urbana.

Para Schussel (2004) o desenvolvimento sustentável deve tratar-se de um processo de aprendizagem coletiva com o máximo de sinergia entre a economia, a tecnologia e o meio ambiente e com o mínimo de externalidades cruzadas de tipos negativos. Nesse contexto de uso sustentável, o código florestal integra esse debate, demonstrando ferramentas na proteção e preservação do sistema biótico e abiótico.

Oliveira (2007) conclui que o Plano Diretor como principal instrumento da política urbana municipal, só se tornará realidade viva se for absorvido e adotado pelos cidadãos que, com suas próprias forças, alcançarão os objetivos neles estabelecidos. É necessário fazer deste plano um exercício de conscientização e cidadania e que cada cidadão – empresário ou operário, homem ou mulher, jovem ou velho – faça deste o seu Plano e também o Plano de vida para a comunidade.

Na questão do uso sustentável dos recursos naturais, um instrumento político-administrativo nortear as atividades econômicas que ameaçam determinados sistemas ambientais, a partir de medidas preventivas e coativas, traduzindo-se em normas de comando e controle.

O Código florestal de 2012 contém normas para exploração sustentável dos recursos naturais e preservação do sistema biótico a abiótico, em seu artigo 1º estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal, nesse sentido o parágrafo único afirma o compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem estar das gerações presentes e futuras (BRASIL, 2012).

No próprio código florestal o significado das áreas de preservação permanentes (APP), no artigo 3º estabelece as APPs como áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a

paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Em seu capítulo 2 da presente lei trata sobre as áreas de preservação permanente. A Seção I Artigo 4º considera áreas de preservação permanente, em zonas rurais ou urbanas:

I- As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros desde a borda do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

Em seguida seu inciso II trata das áreas de preservação permanentes no entorno dos lagos e lagoas naturais; a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros; b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas.

O inciso um e o dois são de grande valia para a preservação dos recursos hídricos, principalmente no que diz respeito dos corpos d'água nas áreas urbanas. Oliveira Júnior (2014) destaca que as APPs em áreas urbanas possuem relevância maior em comparação a áreas rurais. Nessa questão à uma ligação entre a área urbana e a APP dos cursos d'água se justifica devido à incondicional relação entre a sociedade urbana com o meio natural, garantindo a estabilidade do solo e proteção dos próprios cursos d'água feitos ordinariamente pela vegetação ciliar e, em contrapartida, evitar desastres do tipo inundações, alagamentos, desmoronamentos e enchentes que tem correlação com cursos d'água e instabilidade das água e instabilidade das áreas ocupadas da cidade.

Veras (2009) demonstrando que a segregação espacial impulsionada pela implantação de conjuntos habitacionais e loteamentos induziram os vetores de expansão para áreas ambientalmente frágeis. Nesse caso, esses ambientes são passíveis de vulnerabilidade ambiental.

As políticas públicas são ferramentas indispensáveis para um gerenciamento e planejamento das áreas urbanas, tanto o Plano Diretor com suas normativas em prol

de uma cidade sustentável, quanto o Código Florestal com suas regras para conservação e preservação do meio ambiente, são mecanismos que visam a redução dos impactos ambientais, reduzindo as áreas de vulnerabilidade ambiental tanto do lugar quanto dos indivíduos.

1. 2 VULNERABILIDADE AMBIENTAL: UMA DISCUSSÃO NECESSÁRIA.

A vulnerabilidade está em todas as facetas da dinâmica urbana. E quase impossível não associar um indivíduo ou lugar a qualquer tipo de vulnerabilidade, seja físico (causado por eventos naturais ou intensificados pelo homem) ou antrópico (eventos danosos que tem como estopim a ação antrópica).

Contudo, nesse cenário de constantes eventos catastróficos o estudo da vulnerabilidade ambiental vem trazendo observações e análises do comportamento (resistência, resiliência e fracasso) da sociedade perante aos eventos danosos. A grande vantagem dos estudos de vulnerabilidade ambiental é disponibilizar ferramentas para melhorias de políticas públicas voltadas a perigo, risco e problemáticas ambientais, bem como, diminuição dos gastos públicos em decorrência de eventos danosos para sociedades.

Nesse contexto, os estudos de vulnerabilidade ambiental, partem do princípio da relação de três conceitos distintos inter-relacionados, ou seja, a mensuração da vulnerabilidade está associada ao risco e ao perigo.

1.2.1 Risco, Perigo e vulnerabilidade ($R = P \times V$).

Negligenciar os eventos desastrosos que ocorrem no mundo, torna-se tarefa difícil. Nesse contexto pode-se destacar a sequência de furacões que assolaram o Caribe e a costa leste dos Estados Unidos. Partindo da mesma ideia, três conceitos entram em destaque nesse cenário conturbado dos grandes fenômenos naturais e suas consequências para a humanidade, são eles: risco, perigo e vulnerabilidade.

Para iniciar a discussão dessa tríade de conceitos que são estritamente ligados em sua amplitude, mas que em vários momentos foram taxados de sinônimos, caracterizando um grande equívoco em suas concepções, apoia-se em Marandola Júnior e Hogan (2004a) os quais afirmam que estudos relacionados com perigo e risco começaram em meados de 1927, quando o governo dos Estados Unidos solicitou ao U.S. Corps of Enginner (U.S. Corporação de Engenheiros) que pesquisassem e

propusessem medidas para solucionar o problema das inundações, vale ressaltar que esse evento aconteceu bem antes dos apelos mundiais acerca da degradação ambiental planetária.

A partir desses estudos surgiu uma palavra utilizada pelos geógrafos, a conotação *hazard* (perigo), a qual expressa um evento capaz de causar prejuízo. Castro (2000) exclama que o perigo pode se dividir em três classes, perigo natural: quando o fenômeno produzido tem origem natural; perigo antrópico: quando o fenômeno que produz as perdas tem origem na ação humana e perigo ambiental: quando o evento que causa prejuízo tem causas combinadas, sendo natural e/ou antrópica¹.

Contudo existe uma questão “problemática” que foi a utilização da conotação *hazard*, para alguns autores como de exemplo Monteiro (1991) que adotou *risk* e *hazard* como sinônimos. Os franceses optaram por utilizar o termo *risco* como tradução de *hazard*, assim como os espanhóis, esta escolha se justifica na medida que o *risco* considera os componentes antropogênicos e a noção de “probabilidade de perigo”.

Para White e Burton (1980) uma escola de pensamento defende o *risco* como sinônimo de perigo, ou seja, um evento ou um ato que gere consequências adversas, Nesta visão, o grau de *risco* está relacionado a sua probabilidade e magnitude de suas consequências².

Neste caso White e Burton reconhecem que para estudos de *hazard*, ocorreu certa “confusão” também presente na língua inglesa, utilizando o termo *risk* como sinônimo de *hazard*, mas com os novos estudos acerca de *hazard* o próprio White e Burton esclarece de forma objetiva o significado das mesmas, o autor cita que,

O *risco* é as vezes considerado como sinônimo de perigo, mas o *risco* possui um atributo adicional da chance de um perigo particular realmente ocorrer. Assim, podemos definir o perigo como “uma ameaça potencial para os seres humanos e seu bem-estar” e arriscou-se como “a probabilidade de ocorrência de perigo”. A distinção foi cuidadosamente ilustrada por Okent (1980). O qual considerou duas pessoas cruzando um oceano, uma em um grande barco e outra em um barco a remos. O perigo (morte por afogamento) é o mesmo em ambos os casos, mas o *risco* (probabilidade de afogamento) é muito

¹*peligro natural*: cuando el fenómeno que produce el daño tiene su origen en la naturaleza; *peligro antrópico*: cuando el fenómeno que produce la pérdida tiene su origen en acciones humanas y *peligro ambiental*: cuando el evento que causa el perjuicio tiene causas combinadas, es decir naturales y/o antrópicas.

²One school of thought sees *risk* as more or less synonymous with *hazard*; that is, an event or act which holds adverse consequences. In this view the degree of *risk* is related both to its probability and the magnitude of its consequences.

diferente. Se o afogamento realmente ocorreu, poderia ser chamado de desastre. Portanto, um desastre pode ser visto como “a realização do perigo (WHITE E BURTON, 1890, p.1).”³.

Portando, o risk é considerado pelo autor como um fator probabilístico, independentemente de suas variáveis ou elementos envolvidos ou não, e o hazard é caracterizado como um evento danoso, que coloca em perigo a sociedade e o meio ambiente onde vivem.

Reforçando a ideia Castro (2000) conceitua de risco: como sendo a probabilidade de ocorrência de um perigo, ela ainda conclui afirmando que, o conceito inclui a probabilidade de ocorrência de evento natural ou antrópico e a avaliação pelo homem em termos de seus afeitos nocivos (vulnerabilidade). A avaliação qualitativa pode ser feita quantitativamente, medindo perdas e a probabilidade de ocorrência do evento⁴.

Partindo para uma relação singular e destacando a concepção risk, Marandola Júnior; Hogan (2004a) destacam as diferentes classes de risk e suas peculiaridades, os riscos, são onipresentes e os mais significativos, divididos em três categorias: *environmental hazards* (que operam via ambiente físico e biótico), *technological hazards* (que emanam das estruturas, processos e produtos tecnológicos) e *social hazards* (resultados do comportamento humano).

Almeida (2010) foi mais longe e trouxe vários tipos de ramificações que estão ligados a diversas áreas do conhecimento. O autor sintetizou esses tipos de riscos em um quadro denominado “tipos de risco” (risco ambiental, tecnológico e social), (figura 5).

Figura 5 - Quadro dos diferentes tipos de riscos e suas características.

Tipos de riscos	Definições, características, exemplos
-----------------	---------------------------------------

³*Risk* is sometimes taken as synonymous with *hazard* but risk has the additional implication of the chance of a particular hazard actually occurring. Thus, we may define hazard as ‘a potential threat to humans and their welfare’ and risk as ‘the probability of hazard occurrence’. The distinction was neatly illustrated by Okrent (1980), who considered two people crossing an ocean, one in a liner and the other in a rowing boat. The hazard (death by drowning) is the same in both cases but the risk (probability of drowning) is very different. If the drowning actually occurred, it could be called a disaster. So a *disaster* may be seen as ‘the realization of hazard’(WHITE E BURTON, 1890, p.1).

⁴*Riesgo*: es la probabilidad de ocurrencia de un peligro, ela ainda concluir, el concepto incluye la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico y la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos (vulnerabilidad). La valoración cualitativa puede hacerse cuantitativa por medición de pérdidas y probabilidad de ocurrencia.

Riscos Ambientais	Riscos Naturais	Riscos pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social ou um indivíduo sujeito à ação possível de um processo físico natural; podem ser de origem litosférica (terremotos, desmoronamento de solo, erupções vulcânicas), e hidro-climática (ciclones, tempestades, chuvas fortes, inundações, nevascas, chuvas de granizo, secas); apresentam causas físicas que escapam largamente à intervenção humana e são de difícil previsão.
	Riscos Naturais agravados pelo Homem	Resultado de um perigo natural cujo impacto é ampliado pelas atividades humanas e pela ocupação de território; erosão, desertificação, incêndios, poluição, inundações entre outros.
Riscos Tecnológicos		Distinguem-se em poluição crônica (fenômeno perigoso que ocorre de forma recorrente, às vezes lenta e difusa) e poluição acidental (explosões, vazamento de produtos tóxicos, incêndios).
Risco Econômicos, Geopolíticos e Sociais		Riscos atrelados à divisão e ao acesso a determinados recursos (renováveis ou não), que podem se traduzir em conflitos latentes ou abertos (caso das reservas de petróleo e água); podem ter ainda origem nas relações econômicas na agricultura (insegurança alimentar) causas da globalização (crises econômicas), insegurança e violência em virtude da segregação socioespacial urbana, risco a saúde (epidemias, fome, poluição, consumo de drogas entre outros).
Outros Tipos de Riscos	Ex.: Riscos Maiores	A compreensão do risco também depende da escala de análise; o risco maior é assim considerado quando o custo de recuperação e o número de perdas humanas são relevantemente elevados para os poderes públicos e seguradores; os riscos maiores correspondem a eventos de baixa frequência e grande magnitude e consequências (ex.: Chernobyl, Seveso, Bhopal, Katrina entre outros); há ainda exemplos de territorialização dos riscos, como é o caso específico dos riscos urbanos, em razão da complexidade e da multidimensionalidade de atores e variáveis das cidades.
	Ex.: Riscos Urbanos	

Fonte: Almeida (2010).

Essas várias ramificações relacionadas ao termo risk, estão ligadas estritamente ao seu evento danoso (perigo). Também é importante destacar que os diferentes riscos não podem ser analisados separadamente e em todos os casos, os eventos possuem uma ligação direta ou indireta, nesse sentido, analisá-los isoladamente incorreria erro grave.

Contudo, para obter uma análise mais sistemática da probabilidade de ocorrência de eventos danosos perante a sociedade, Westen (2006) desenvolve uma formular que representa o conceito de risco, onde o risco é promulgado a partir dos números previstos de vidas perdidas, de pessoas feridas e da desestabilização de atividade econômica devido ao fenômeno particular ocorrente em uma área em um dado período, a equação pode ser representada da seguinte forma:

$$\text{Risco} = \mathcal{L}(H \mathcal{L}(VA))$$

Onde:

H – representa o perigo expressado em função da probabilidade da ocorrência dentro de um período de frequência. O perigo é uma função de probabilidade espacial (fatores ambientais estáticos) e a probabilidade temporal que é indiretamente relacionado a fatores ambientais estáticos como a inclinação e a condutividade hidráulica e diretamente ligado a fatores dinâmicos como a entrada de chuva na drenagem.

V- representa a vulnerabilidade física dos elementos que estão expostos ao risco, sendo atribuído um valor (0 a 1) para cada elemento.

A – significa os danos causados aos elementos (por exemplo, números de edifícios, custo dos edifícios, número de pessoas, etc.) que estão em risco⁵.

Nessa questão pode-se observar que os danos causados (A) e multiplicados com a vulnerabilidade dos elementos (V) que sofreram danos, para que posteriormente os mesmos possam ser somados com evento que provocou os danos, tem-se como resultado o grau de risco (H) emanado pelo desastre.

Partindo do mesmo princípio, Almeida (2010) expressa o conceito risco por uma equação que considera a vulnerabilidade como elemento constituinte na mensuração, nesse contexto, o risk é a função de duas categorias: $f(R) = P \times V$, de onde o P é o próprio evento perigoso (perigo) ou a sua potencialidade de ocorrência, e V é a Vulnerabilidade intrínseca de um indivíduo ou grupo de indivíduos.

Para Rebelo (2003) o risco é a somatória de algo que nada tem a ver com a vontade do homem (aleatório, casualidade ou perigosidade), com algo que resulta na presença direta ou indireta do homem, ou seja, a vulnerabilidade, para o autor, exemplifica esse conceito apresentando a seguinte explicação baseada em operações aritméticas simples: a chamada “fórmula do risco”, $R=A+V$ para os franceses ou

⁵Risk = $\mathcal{L}(H \mathcal{L}(VA))$

Where:

H- Hazard expressed as probability of occurrence within a reference period (e.g., year, design period of a building). Hazard is a function of the spatial probability (related to static environmental factors such as slope, strength of materials, depth, etc.) and the temporal probability, related indirectly to some static environmental factors like slope and hydraulic conductivity and directly to dynamic factors like rain input and drainage.

V - Physical vulnerability of a particular type of element at risk (from 0 to 1) for a specific type of hazard and for a specific element at risk.

A - Amount or cost of the particular elements at risk (e.g., number of buildings, cost of buildings, number of people, etc.).

$R=H+V$ para os ingleses, na primeira fórmula utiliza-se a soma da ameaça como vulnerabilidade ($R=A+V$), leva-se em conta que basta existir uma ameaça (A) ou possibilidade de ocorrer algo especial, para que exista um risco (R). Se a vulnerabilidade for igual a zero ($V=0$), os riscos resultantes da soma de ameaça e vulnerabilidade resultará em 1 ($R=1+0=1$).

Nota-se que em todas as equações, a variável vulnerabilidade está inserida como um elemento resultante da resposta da população perante o hazard (evento danoso), portanto a vulnerabilidade completa essa tríade de conceitos voltados para os estudos de risco.

Marandola Júnior e Hogan (2004b) reforçam essa ideia dizendo que o **perigo**, quando aparece, é em geral um **substantivo**, que ameaça à integridade de um sistema (antrópico ou social) e que pode ser desde o próprio corpo (saúde, vida), passando por cidades, bacias, até grandes ecossistemas. Já a **vulnerabilidade** é entendida como um **adjetivo**, que se refere a estes mesmos sistemas, como as qualidades intrínsecas destes de resistir ao perigo. Daí advém a ideia de que o risco é definido após o conhecimento do grau de vulnerabilidade e do perigo, pois ele é o resultado desta relação. Assim, o risco é uma **situação** ou uma **condição**.

A mensuração de cada elemento na tríade R, P e V só pode se demonstrar com base nos demais que ali compõe, ou seja, o risco depende da vulnerabilidade e também do perigo, entretanto, em termos acadêmicos, a vulnerabilidade ainda é uma abordagem pouco explorada pelos geógrafos, principalmente no Brasil.

No surgimento do conceito de vulnerabilidade, ocorreu uma correlação de vários fatores; o crescimento das desigualdades sociais, da pobreza, da segregação e também o surgimento do capitalismo. Almeida (2010) explica como esses fatores ditos antes, a industrialização, a urbanização e as inúmeras degradações do ambiente nas suas diversas facetas, fizeram surgir, em meados dos anos 1980, uma abordagem teórico-metodológica que procurou focar os desastres naturais e tecnológicos, não apenas considerando seus fatores físicos desencadeantes, mas também com base no elemento populacional atendido.

Essa abordagem vem evoluindo com o tempo, fortalecendo suas concepções nas mais diversas áreas do conhecimento, Marandola Júnior e Hogan (2007a) a reconhecem-na como **Ciência da Vulnerabilidade**. Essa ciência evoluiu consideravelmente em anos recentes, estimulada tanto pelos avanços teóricos e metodológicos quanto pelas novas questões criadas pelo entrelaçamento de perigos

naturais, tecnológicos e sociais na sociedade contemporânea. À medida que intervenções humanas no espaço físico produziam relações socioespaciais mais complexas, os riscos deixavam de ser eventos localizados, tornando-se fenômenos cujas raízes podem ser encontradas na própria essência da vida contemporânea, no que os sociólogos chamaram de **sociedade do risco**.

“A categoria da sociedade de risco tematiza o processo de questionamento das ideias centrais para o contrato de risco, a possibilidade de controle e a possibilidade de compensação de incertezas e perigos fabricados industrialmente”, em resumo, o termo conota a forma como a sociedade se organiza em resposta ao risco (BECK, 2007).

Nessa preocupação, os geógrafos foram os primeiros a trazerem a vulnerabilidade para o debate ambiental no contexto dos estudos sobre os riscos, colocando as categorias em uma linha de investigação que se ocupa do estudo dos *natural hazards* (MARANDOLA JÚNIOR; HOGAN, 2004a). Preocupações mais recentes dos demógrafos sobre as populações em situações de risco têm colocado seu trabalho em confluência com o dos geógrafos, assim, ambos passam a ocupar-se de estudos sobre enchentes e deslizamentos, entre outras situações em que o ambiente, conjugado a fatores socioeconômicos, expõe as populações a riscos, sobretudo nas cidades (ALVES, 2017).

Esse é um dos fatores que expõe a importância dos estudos relacionados a risco e vulnerabilidade, sobretudo, quando se falar de eventos catastróficos decorrentes da ação humana, citando alguns exemplos: a temporada de furacões intensificadas na América Central e norte, incêndios florestais no interior de Portugal e enchentes/inundações nas principais cidades do Brasil.

Iwama et al. (2016) esclarece duas interpretações em relação a vulnerabilidade ambiental, a primeira trata da vulnerabilidade envolvendo os aspectos biofísicos, nesse caso, os estudos consideram que os vulneráveis são aqueles que vivem em ambientes físicos precários ou em ambientes que terão os efeitos físicos mais dramáticos. O segundo corresponde dos múltiplos fatores e processos ambientais, sociais, econômicos, políticos e culturais que influenciam a vulnerabilidade do indivíduo.

Nessas duas abordagens, uma elucida que os eventos naturais de maior intensidade, ou locais fisicamente susceptíveis a desastres naturais, trata o meio físico como o principal agente no surgimento da vulnerabilidade do indivíduo, por outro lado,

os próprios aspectos sociais possibilitam o aparecimento da vulnerabilidade das pessoas no lugar, nesse caso, pode-se considerar as condições vivenciadas cotidianamente, consequência de processos históricos de ocupação do espaço, citando como exemplo disso, a própria sociedade ocupando áreas de maior risco provocando o próprio desastre através de eventos como inundações e outros.

Para melhor entender a concepção de vulnerabilidade torna-se necessário conceituá-la na abordagem interdisciplinar. Marandola Júnior e Hogan (2007a) explicam que a vulnerabilidade envolve aquelas condições (sociais, econômicas, demográficas, geográfica, etc.) que afetam a capacidade de responder à exposição e a capacidade de responder ao perigo e ao risco.

Para Wisner et al. (2003) e Brauch (2005) a vulnerabilidade significa as características de uma pessoa ou grupo e a situação que influencia a sua capacidade de antecipação, resistir, lidar e se recuperar de impactos causados pelo perigo natural (um evento ou um processo natural extremo)⁶, ou seja, é a capacidade de um indivíduo ou grupo de antecipar, resistir e responder a um determinado evento danoso.

Cutter (2003) vai mais além, e define de modo geral que a vulnerabilidade ao risco ambiental significa o potencial de perda de um indivíduo. Como as perdas variam geograficamente, ao longo do tempo e entre diferentes grupos sociais, a vulnerabilidade também varia ao longo do tempo e do espaço (CUTTER, 2003)⁷. Para Cutter a vulnerabilidade varia de acordo com o local do evento e o grupo de indivíduo, além do seu tempo de resposta perante o evento danoso.

Antes de aprofundar a concepção de vulnerabilidade é necessário envolver nessa discussão, Marandola Júnior e Hogan (2004b) cita três fatores (adaptação, resiliência e fracasso) para se entender a vulnerabilidade. **Adaptação** é a transformação de uma ou mais características do sistema que permite o restabelecimento do equilíbrio de tal forma que o indivíduo, domicílio ou comunidade seja capaz de responder ao perigo a curto, médio e longo-prazo; **Resiliência** é a capacidade de um sistema – na base de condições naturais ou do resultado de intervenção humana – retornar a um estado original (sem necessidade de adaptação)

⁶the Vulnerability we mean the characteristics of a person or group and their situation that influence their capacity to anticipate, cope with, resist and recover from the impact of a natural hazard (an extreme natural event or process)

⁷Since losses vary geographically, over time, and among different social groups, vulnerability also varies over time and space, (CUTTER, 2003).

depois de enfrentar um perigo e o **Fracasso**, quase nunca reconhecido como resultado final, é a incapacidade de responder ao perigo.

A vulnerabilidade é a capacidade de um indivíduo ou grupo de antecipar, resistir e responder a um evento danoso. A vulnerabilidade varia de acordo com a característica do grupo afetado e sua transformação ao longo do tempo, e claro, sua localização geográfica. Nesse sentido a vulnerabilidade surge para revelar o outro lado do evento (enchente, inundação e etc.) – as condições e recursos disponíveis para resposta. Os perigos passaram a ser estudados não só em termos de fatores de risco e prejuízos (consequências humanas e materiais), mas acima de tudo em sua dimensão relacional, circunstancial e espacial: cada lugar, sociedade e indivíduo, exposto aos mesmos perigos, pode ser afetado de modo diferente (MARANDOLA JÚNIOR; HOGAN, 2006).

Marandola Júnior; Hogan (2007b) deixa bem claro que a vulnerabilidade em termos de distribuição espacial, os perigos naturais afetam de maneira diferente os grupos sociais. Alguns são amplos e dissimulam todos os grupos (tempestades de neve, terremotos, secas e tempestades em geral), ao passo que outros ocorrem em áreas, e os grupos atingidos em primeiro lugar tendem a ser os mais pobres porque a residência nessas áreas expostas a perigos está ligada à infraestrutura e à pobreza (inundações e deslizamentos de terra). Com frequência e intensidade crescentes, esses eventos tendem a afetar números maiores de pessoas, exigindo intervenções da sociedade como um todo – e não mais apenas setoriais.

Nesse sentido, os autores citam um exemplo que influencia no aumento do grau de vulnerabilidade, os mesmos relatam que a estrutura de idade é fundamental porque os bebês, as crianças e os idosos estão frequentemente em maior risco, e quase sempre têm menos recursos para lidar com o desastre. Numa época de estrutura de idade em rápida mudança, será necessário planejar segundo o número de idosos que requererão assistência na fuga de tempestades; na busca de alívio em caso de ondas de calor; e de enfrentar eventos repentinos como terremotos e tsunamis. Bebês e crianças, embora sua participação na população total possa estar diminuindo, têm necessidades diferentes tanto para diminuição do risco quanto para reagir a perigos naturais (MARANDOLA JÚNIOR; HOGAN, 2007b).

Sabemos que a distribuição espacial e a característica do indivíduo ou grupo, afetam diretamente no grau de vulnerabilidade, contudo outra perspectiva tem igual peso nos estudos da vulnerabilidade, a escala temporal, que contextualiza os recursos

disponíveis para responder aos perigos e a capacidade de resiliência daquela sociedade/lugar de absorver e recuperar-se do dano, ou seja, os danos causados pelos eventos danosos podem persistir temporalmente (MARANDOLA JÚNIOR; HOGAN, 2006).

Por fim, é necessário considerar a magnitude do perigo, pois, muitas vezes, mesmo que haja bastante capacidade de resposta e de ajustamento “estocada”, a magnitude pode ser excepcionalmente elevada, tornando ineficientes até mesmo as mais bem preparadas sociedades, como por exemplo, os Estados Unidos da América (MARANDOLA JÚNIOR; HOGAN, 2007b).

Considerando a forma como a vulnerabilidade se manifesta (perfil dos indivíduos, distribuição espacial e magnitude do evento), o próximo passo será desmembrar a concepção de vulnerabilidade, sendo imprescindível enfatizar as diferentes ramificações relacionada a concepção de vulnerabilidade.

Bogardi e Brauch (2005) classificam em incapacidade tudo aquilo que não permite o indivíduo, grupo ou comunidade de lidar com o perigo natural, nesse sentido, os atores decompõe a vulnerabilidade em várias categorias:

- Fraqueza física: é a incapacidade de se recuperar do impacto de um perigo natural;
- Vulnerabilidade legal: é a incapacidade do legislativo ou judiciário em mitigar, se preparar ou se recuperar do desastre;
- Vulnerabilidade organizacional: é a incapacidade das instituições organizacionais em lidar com o desastre;
- Vulnerabilidade política: é a incapacidade do poder político, sua legitimidade e controle; manifesta a inadequação das políticas públicas implantadas para lidar com o desastre;
- Vulnerabilidade socioeconômica: é a incapacidade de aquisição igualitária e democrática aos bens e serviços básicos à população;
- Vulnerabilidade cultural ou psicológica: é a incapacidade em formar percepção adequada de risco, conhecido como paradigma de segurança inadequada.

Percebe-se que a vulnerabilidade, engloba não só o evento em si, mas também sua escala temporal, adotando múltiplas dimensões, além de analisar a capacidade do indivíduo, domicílio ou comunidade em lidar com essas tensões.

Na questão das múltiplas dimensões da análise da vulnerabilidade, alguns autores como Marandola Junior e Hogan (2007a), Alves (2017) e até Cutter (2011) defendem o conceito de vulnerabilidade em duas categorias, ou seja, Vulnerabilidade natural e a vulnerabilidade social.

Bogardi e Brauch (2005) enfatizam que a vulnerabilidade natural está ligada com suscetibilidade do ambiente, ou seja, é a incapacidade de se recuperar do impacto de um perigo natural. Essa questão envolve a suscetibilidade do ambiente geológico, geomorfológico, clima entre outros.

Para a questão social, Downing et al. (2005) caracterizam a vulnerabilidade social como um processo dinâmico; em que há exposição diferenciada pelas unidades de análise; de origem e influenciada por múltiplos agentes; que se manifesta simultaneamente em mais de uma escala e quase sempre é determinado por redes sociais, econômicas, institucionais e do meio ambiente.

Vignoli (2001) dá maior ênfase as características do indivíduo, e afirma que a vulnerabilidade social corresponde a um conjunto de características demográficas dos domicílios, que numa sociedade moderna, ocasiona a limitação da acumulação de recursos, implicando em manifestações de desvantagens sociais. Na mesma linha de pensamento Cutter (2003) define:

- A vulnerabilidade social é o resultado das desigualdades sociais – os fatores sociais que influenciam ou moldam a susceptibilidade de prejudicar vários grupos considerando também a sua capacidade de resposta⁸.

Ou seja, a vulnerabilidade social está ligada diretamente a produção das desigualdades sociais, Susan Cutter vai mais além, e destaca que a vulnerabilidade social é amplamente ignorada devido sua dificuldade de mensuração, isso explica por que as perdas sociais normalmente estão ausentes em relatórios de estimativa de custo/perda após desastre, em vez disso, a vulnerabilidade social é descrita mais para características individuais das pessoas (idade, raça, saúde, renda, tipo de unidade habitação e emprego) (CUTTER, 2003).

Em resumo a vulnerabilidade natural está ligada ao termo espacial (território, região e ecossistema), mas a vulnerabilidade social diz respeito a análise em relação

⁸Social vulnerability is partially the product of social inequalities—those social factors that influence or shape the susceptibility of various groups to harm and that also govern their ability to respond.

a indivíduos, famílias ou grupos perante ao perigo. Contudo, para Alves (2017) a disparidade entre estas duas tradições de estudos sobre vulnerabilidade, em termos de escala e de tipo de objeto de análise, deve ser levada em conta na construção da noção de “vulnerabilidade socioambiental” a qual pretende integrar as duas dimensões – a social e a ambiental.

Nesse contexto, Alves (2006) coloca a vulnerabilidade socioambiental como sendo a coexistência ou a sobreposição espacial entre grupos populacionais muito pobres e com alta privação (vulnerabilidade social) e áreas de risco ou degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental), ou seja, seria a combinação destas duas dimensões (social e ambiental) que caracterizaria uma situação de vulnerabilidade socioambiental.

Por outro lado, Umbelino (2006) define a vulnerabilidade ambiental como “a coexistência ou sobreposição espacial entre áreas de risco ou degradação ambiental (vulnerabilidade física) e grupos populacionais pouco abastados e com alta privação (vulnerabilidade social), sendo a sobreposição dessas duas informações considerada uma situação de vulnerabilidade. O autor ainda conclui que “não faz sentido pensar em vulnerabilidade socioambiental, pois se acredita que o social é parte constituinte do ambiental (UMBELINO, 2006).

Entende-se que os autores supracitados compartilham de modo geral as duas dimensões da vulnerabilidade (social e físico), contudo, há uma divergência na agregação dos dois conceitos, quanto o primeiro defende que a coexistência da dimensão social e ambiental geral a concepção de vulnerabilidade socioambiental, já o segundo percebe que a junção da dimensão social está inserida no ambiente, portanto, caracterizando como vulnerabilidade ambiental.

Nesse sentido, será usado nesse projeto o termo “vulnerabilidade ambiental” proposto por (Umbelino 2006) onde a coexistência da vulnerabilidade física e vulnerabilidade social delimita a vulnerabilidade ambiental, considerando que o social estar interconectados ao ambiente físico.

Nesse cenário, a geografia contribui no esforço de correlacionar os elementos físicos e sociais nos estudos da vulnerabilidade ambiental, como Suertegaray (2001) enfatiza, o espaço geográfico é dinâmico é representada pelos movimentos, o girar do círculo, onde os elementos físicos e sociais se complementam, se interconectam, sendo uno, múltiplo e complexo, por este fato a geografia torna-se ciência capaz de dirimir tal discussão e apresentar avanços na temática vulnerabilidade ambiental.

A vulnerabilidade ambiental e uma correlação de fatores físicos e antrópicos, categorias que podem ser mensuradas com o auxílio de instrumentos tecnológicos, portanto, as geotecnologias são uma ferramenta imprescindível nas análises da resistência, resiliência e fracasso dos indivíduos vulneráveis, como também do lugar onde vivem.

1.2.2 Geoprocessamento: uma ferramenta para estudos de vulnerabilidade.

O geoprocessamento vem sendo uma importante ferramenta para o planejamento urbano. Não sendo difícil encontrar algumas políticas públicas que tenham em seu desenvolvimento alguma técnica relacionada com o geoprocessamento, esse conhecimento disponibiliza meios tecnológicos de interligar diferentes categorias, além de correlacioná-las com sua localização geográfica.

O geoprocessamento pode ser encontrado nas diversas facetas do planejamento urbano sendo auxiliado pelas técnicas de sensoriamento remoto ou mesmo pelo uso diversificado do SIG (Sistema de Informação Geográfica), sobre o mesmo ponto de vista, o geoprocessamento é visto na infraestrutura através do SIG (inventários de rodovias, serviços de energia entre outros), também pode estar inserido na saúde (localização de unidade de pronto atendimento) e transporte (rotas, caminhos entre outros).

Observa-se que o geoprocessamento está inserido em quase todos os aspectos do planejamento urbano, um exemplo disso é a cidade de Nova Lima/MG, na qual o poder público investiu parte do orçamento do município na técnica de aerofotogrametria com a finalidade de criar uma base cartográfica para auxiliar no planejamento e gerenciamento do espaço urbano (CARVALHO; LEITE, 2009). Mas, para entender melhor o geoprocessamento, é importante conceituá-lo e demonstrar suas principais aplicações para os estudos geográficos.

Em linhas gerais o termo geoprocessamento pode ser aplicado a profissionais que trabalham com o processamento digital de imagens, cartografia digital e sistemas de informação geográfica. Embora estas atividades sejam diferentes estão intimamente inter-relacionadas, usando na maioria das vezes as mesmas características de hardware, porém softwares diferentes.

O geoprocessamento é um conjunto de técnicas computacionais que operam sobre bases de dados (que são registros de ocorrências) georreferenciados, para os transformar em informação (que é um acréscimo de conhecimento) relevante (SILVA, 2009).

Para Rosa e Brito (1996) o conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, assim com o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação.

Rosa e Brito (1996) esclarece que o meio acadêmico tende a tratar o geoprocessamento com um conjunto de geotecnologias, nesse caso, o próprio autor idealiza que a geotecnologia consiste em um conjunto de ferramentas tecnológicas como por exemplo, SIG, sensoriamento remoto, GPS entre outros, já Silva (2003) destaca que a geotecnologia é a arte e a técnica de estudar a superfície da terra e adaptar as informações às necessidades dos meios físicos, químicos e biológico, sendo assim, tanto o geoprocessamento, quanto a geotecnologia, podem ser consideradas como técnicas para estudos geográficos.

Antes de contextualizar o geoprocessamento no planejamento urbano é importante apresentar algumas ferramentas do conceito de geotecnologia, como por exemplo, sensoriamento remoto e SIG. O primeiro passo é conceituar sensoriamento remoto, o qual de acordo com Silva (2003) é uma tecnologia que obtém medidas de um objeto sem tocá-lo fisicamente e oferece um vasto arsenal de produtos caracterizado por imagens de diferentes resoluções espaciais espectrais.

O sensoriamento remoto no planejamento urbano é aplicado principalmente na detecção de padrões de ocupação, ou seja, descobrir como está se comportando a dinâmica de ocupação urbana. Farina (2006) defende a importância do sensoriamento remoto no planejamento urbano, de acordo com o autor, o sensoriamento remoto e a aerofotogrametria, por meio da geração de imagens da superfície terrestre, propiciam uma grande fonte de informações imprescindíveis ao conhecimento e à evolução da realidade urbana. As técnicas de sensoriamento remoto permitem, através de uma série de funções, que essas imagens sejam processadas, analisadas e interpretadas, gerando mapeamentos e quantificações.

Com o sensoriamento remoto, o profissional, através de medidas de reflectância, pode construir gráficos do comportamento padrão dos principais objetos da superfície como por exemplo vegetação, solo e água, isso permite uma análise apurada da evolução do uso do solo nos perímetros urbanos.

Partindo dessa ideia, Souza (2012) destaca que o analista conhecendo o comportamento espectral das coberturas terrestres, pode extrair informação de interesse da imagem, utilizando, diferentes procedimentos metodológicos, pois a imagem é uma entidade que permite interpretação quantitativa e qualitativa. O método qualitativo refere-se à interpretação visual, enquanto o método quantitativo utiliza ferramentas que buscam explorar a imagem enquanto entidade numérica. Em ambas as metodologias, no entanto, o aspecto visual da imagem é importante, pois visa realçar, para o analista, de forma geral, alguma característica da imagem e associá-la a cores.

Usando essas metodologias, as imagens orbitais são de grande valia, oferecendo a vantagem da atualização, devido ao dinamismo da expansão dos limites urbanos. A cobertura temporal das imagens espaciais permite um monitoramento da mancha urbanizada, mostrando uma informação global e atualizada do tecido urbano e sua tendência de crescimento (LOMBARDO; MACHADO, 1996).

Por outro lado, existe outro conceito chave para os estudos urbanos com base no geoprocessamento, o sistema de informação geográfica. É uma importante ferramenta tecnológica para os estudos geográficos e interdisciplinares. Essa ferramenta possui uma versatilidade muito grande na ajuda do entendimento de fenômenos físicos e sociais, e segundo Silva (2003) destaca, os SIGs são usualmente aceitos como sendo uma tecnologia que possui o ferramental necessário para realizar análises com dados espaciais e, portanto, oferece, ao ser implementada, alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico.

Fitz (2008) explica que o SIG vem da derivação de duas categorias, no caso uma **informação** poderia ser considerada com conjunto de registros e dados interpretados e dotados de significado lógico. Já um **Sistema** poderia ser entendido como um conjunto integrado de elementos interdependentes, estruturado de tal forma que estes possam relacionar-se para a execução de determinada função. Finalmente, um **sistema de informação** seria compreendido como um sistema utilizado para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados e informações a ele vinculados.

Na mesma ideia, Silva (2003) exclama que o **sistema** é o conjunto de elementos entre os quais haja alguma relação, um exemplo de sistema é o ônibus, pois todos os componentes atuam juntos para proporcionar um meio de transporte ágil e seguro. Seguindo a mesma linha, **informações** correspondem à derivação da

interpretação e o **sistema de informação** é uma cadeia de operações que nos remete a planejar a observação e a coleção de dados, para armazená-los, analisa-los e usar as informações derivadas em algum processo de tomada de decisão (FITZ, 2008).

Entende-se que o sistema de informação a grosso modo seria uma ferramenta que analisa, armazena e visualiza qualquer tipo de informação, isso remete no que seria o sistema de informação geográfica, de acordo com Fitz (2008) o SIG é um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular e analisar dados, espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

Já Burrough (1986) de forma simples afirma que um SIG é um poderoso elenco de ferramentas para colecionar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais referenciados ao mundo real. Nesse sentido o SIG possui uma versatilidade em várias áreas do conhecimento (geografia, geologia, ciências sociais entre outras).

É muito fácil admitir que o geoprocessamento está inserido no planejamento, gestão e monitoramento do espaço urbano e poderiam ter um melhor aproveitamento com o auxílio do sistema de informação geográfica, podendo-se destacar alguns exemplos:

- Mapeamento atualizado do município;
- Zoneamento diversos (ambiental, socioeconômico, turístico etc.);
- Monitoramento de áreas de risco e de proteção ambiental;
- Estudos e modelagens de expansão urbanas e
- Estabelecimento e/ou adequação de modais de transportes

Nessa mesma linha de pensamento Cordovez (2002) destaca alguns problemas típicos da gestão municipal cuja solução, em tempo hábil, só é possível com o auxílio das geotecnologias. Qualquer outro método demandará tempo muito maior do que disponível para tomar uma decisão:

- Qual é o melhor lugar para construir um novo posto de saúde, dentre os terrenos da Prefeitura, considerando a densidade demográfica, a renda média e as áreas de abrangência dos postos existentes?
- Quais são as áreas da cidade não atendidas eficientemente pelo sistema de transporte coletivo considerando, por exemplo, a densidade demográfica e a distância máxima até o ponto ou terminal mais próximo?

- A Prefeitura deseja localizar lotes baldios e planos, próprios ou não, com mais de 4.500 m² e localizados a no máximo 1 km da entrada da cidade, para construção de um novo mercado atacadista.
- Deseja-se realizar um diagnóstico para espacializar a matrícula escolar o otimizar a rede pública de educação fundamental. O objetivo é descobrir onde moram os alunos de cada escola para saber se de fato elas atendem a comunidade local e, em seguida, determinar quais áreas da cidade precisam de escolas em função da densidade demográfica e do número de alunos matriculados em escolas distantes.
- Quais dos domicílios que ocupam irregularmente uma área da cidade cumprem simultaneamente com os requisitos para proceder a sua regularização fundiária?
- Quais são as áreas de risco ambiental da cidade e quais as ocupações irregulares nestas áreas? Elas aumentaram, diminuíram, onde se concentraram?

Nesse caso, o geoprocessamento entra como solução para todas problemáticas ambientais. Um simples monitoramento, com dados georreferenciados e uma boa gestão, possibilitam uma Tomada de decisão extremamente rápida. Para consolidar essa informação Leite e Rosa (2006) enfatizam que o geoprocessamento é ferramenta fundamental para o planejamento urbano, tornando seu uso imprescindível, nas tomadas de decisões por parte dos órgãos públicos destacando as prefeitura, gestora imediata do município e afirma que “A maior parte das tomadas de decisões diretamente ou por planejamento e gestão urbana, envolve um componente geográfico ou por implicação, daí a importância que as tecnologias de geoprocessamento adquirem para moderna gestão da cidade”.

Cordovez (2002) demonstrou as possíveis problemáticas no planejamento urbano que poderiam ser facilmente resolvidos com a bom emprego das ferramentas do geoprocessamento, nessa mesma ideia, Longley et al (2013) contextualizam as várias aplicações do geoprocessamento em todas as facetas do planejamento urbano, isso engloba deste o setor econômico até o habitacional (figura 6).

Figura 6 - Quadro das diferentes aplicações do geoprocessamento no planejamento urbano.

	Aplicações de inventário	Aplicações de análise política	Aplicações de gestão/tomada de decisão

Desenvolvimento econômico	Localização das empresas mais importantes e das suas demandas primárias	Análises dos recursos necessários por potenciais fornecedores	Informação às empresas da disponibilidade de fornecedores locais
Transporte e serviços de roteamento	Identificação de rotas de coleta de lixo, capacidade e pessoal pro área; identificação de locais de aterro e reciclagem	Análise do potencial de capacidade de atendimento dada uma expansão urbana em certas áreas; análise de padrões de acidentes em função das características do local	Identificação de áreas ideais para alta densidade urbana com base em critérios como a capacidade de transporte estabelecida

Continuação

Habitação	Inventário da idade, estado de conservação, status (público, privado, alugado, etc.) durabilidade e demografia das habitações	Análise do apoio público para habitação por área de localização, tempo de deslocamento desde áreas de baixo poder aquisitivo a serviços de infraestrutura, etc.	Análise de financiamento para recuperação/restauração imobiliária, localização de infraestrutura pública relacionada; planejamento para investimento de capital em habitação.
Infraestrutura	Inventário de rodovias, passeios de pedestres, pontes, serviços de água e energia (localização, nomes, estado de conservação, fundações, manutenção mais recentes, etc.)	Análise das condições de infraestrutura por variáveis demográficas, como renda e mudanças na população	Análise de calendário de manutenção e expansão
Saúde	Localização de pessoas com problemas de saúde específicos	Análise espacial e temporal de disseminação de doenças; efeitos das condições ambientais sobre doenças	Análise para apontar possíveis focos de doenças
Mapas de imposto	Identificação de proprietários por parcela/lote	Análise de retorno dos impostos por tipo de uso da terra em diferentes distâncias do centro da cidade	Projeção de mudanças na receita fiscal resultantes de mudanças no uso da terra
Serviços social	Inventário dos bairros com indicadores múltiplos de risco social; localização de	Avaliação do acerto entre a infraestrutura de serviços, a necessidade de serviços social e a	Localização da infraestrutura roteamento de transporte público, planejamento de programas e intervenção

	serviços e infraestrutura existentes para enfrentar esses risco	capacidade dos residentes do entorno	social baseada na localização
Segurança pública	Inventário da localização dos postos de polícia, crimes, prisões, criminosos condenados e vítimas; planejamento de batidas policia e rotas dos carros de polícia; localização de sistemas de alarme e segurança	Análise da visibilidade e presença da polícia; número de policiais em relação à densidade da atividade criminal; perfil das vítimas em relação à população residente; experiência policial e patrulhamento ostensivo	Realocação dos recursos e infraestrutura policial para áreas onde elas provavelmente serão mais eficientes e eficazes; criação de mapas de roteamento ao acaso para diminuir a previsibilidade das batidas policiais

Continuação

Planejamento do uso da terra	Inventário dos lotes e zoneamento de áreas, áreas de inundação, parques industriais, uso da terra, arborização, áreas verdes, etc.	Análise da taxa de ocupação do solo urbano usado em cada categoria, níveis de densidade por bairro, ameaças às instalações residenciais, proximidade com usos do solo indesejados	Avaliação do uso da terra baseada nas características da população do entorno (p.ex., a chaminé de uma indústria está localizada a barlavento de um hospital para doenças respiratória?)
Parques e recreação	Inventário dos espaços de lazer e praças de brinquedos em parques, trilhas por tipo, etc.	Análise do acesso dos bairros aos parques e oportunidades de recreação, proximidades por faixa etária dos espaços de lazer relevantes	Modelagem de projeções do crescimento populacional e necessidades futuras de espaços de recreação
Monitoramento ambiental	Inventário de desastres ambientais em relação a recursos vitais como a água subterrânea; avaliação multicamada de fontes de poluição difusa	Análise das taxa de dispersão e níveis de poluição cumulativas; análise do potencial de redução da expectativa de vida por desastre ambiental em uma determinada área	Modelagem de dano ambiental potencial para áreas específicas, análise de planos multifacetados para redução de poluição em locais específicos
Gerenciamento de emergências	Localização de rotas chave para evacuação de emergência, sua capacidade de fluxo de tráfego e pontos crítico de perigo (p. ex., pontes com probabilidade de	Análise dos efeitos potenciais de emergência de várias magnitudes em rotas de evacuação, fluxo de tráfego etc.	Modelagem do efeito de localização de serviços de emergência e capacidade de resposta em terminados locais

	serem destruídas por um terremoto)		
Informação ao cidadão/geodemografia	Informação de pessoas com características demográficas específicas tais como padrão eleitoral, uso de serviços e preferências, rotas preferencias, ocupação	Análise da característica eleitoral em áreas específicas	Modelagem do efeito da instalação de quiosques de informação em locais determinadas locais

Fonte: adaptado de Longley et al, (2013).

Existem poucos instrumentos no planejamento urbano que englobam todas essas aplicações utilizando o geoprocessamento, nesse cenário, pode-se destacar o Plano Diretor. Farina (2006) destaca que o Plano Diretor é o instrumento mais importante para o planejamento em áreas urbanas. Seu objetivo é disciplinar o uso do solo e preservar a qualidade de vida da população e, recentemente, a preservação dos ecossistemas. A implementação dos objetivos do plano emprega métodos diversos, envolvendo análises estatísticas, mapeamentos, zoneamentos, levantamentos cadastrais e pesquisas de campo, entre outros.

Nesse contexto, Simão (1990) fez uma análise dos benefícios da adequação do Plano Diretor utilizando as ferramentas do geoprocessamento em diversos municípios de Portugal, essa adaptação permitiu uma visão global da cidade e Inter-setorial da administração municipal:

Rapidamente, as prefeituras que implementaram sistemas de informação geográfica descobriram que um dos maiores benefícios na introdução desta tecnologia é a melhoria da própria organização. Esta otimização resulta de os SIG poderem interligar diferentes tipos de informação (receitas, saúde, educação, ouvidoria pública, patrimônio) pelas suas referências geográficas e ainda, facilitarem a comunicação e a partilha de informação, esta é recolhida e tratada uma vez e usada múltiplas vezes. Os sistemas de informação geográfica, pela sua natureza e concepção, podem integrar de forma eficiente toda a informação disponível e necessária à análise da problemática do ordenamento e gestão do território, assim como produzir nova informação geográfica e com ela gerar mais valias para essa análise. A sua implementação numa prefeitura corresponde à criação de uma poderosa ferramenta que permite disponibilizar e atualizar continuamente dados multi-setoriais, facilmente relacionáveis num comum espaço geográfico (SIMÃO, 1990, p. 25).

O geoprocessamento disponibiliza uma constante atualização da dinâmica ocupacional urbana, dando suporte na redução de custos financeiros e tempo, sobretudo, pela facilidade de entradas de dados através dos SIG. Isso garante uma continua atualização e eliminação de possíveis erros na análise espacial.

O Plano Diretor é um manual com grande importância no planejamento urbano, contudo, os estudos acadêmicos que visam a utilização do geoprocessamento no planejamento urbano, têm igual peso na busca de resultados satisfatórios na questão urbana, nesse contexto, pode-se citar alguns autores que utilizaram o geoprocessamento como ferramenta para o planejamento.

Niero e Foresti (1982) utilizaram imagens orbitais no monitoramento da expansão urbana, em áreas de proteção dos recursos hídricos na Região Metropolitana de São Paulo. Através de dados obtidos pelo sistema Landsat (MSS, RBV), monitoraram a área urbana, analisando a resposta espectral da franja rural-urbana para diferentes períodos sazonais. Obtiveram o mapeamento e a avaliação da expansão urbana no período de 1977 a 1979. A aplicação de técnicas de interpretação visual e digital aos dados revelou taxa de crescimento de 29% no período referido.

Barredo (1996) ao utilizar o geoprocessamento expõe a utilização de técnicas para a criação do sistema de Informação Ambiental da Bacia do Lago Valencia, na Venezuela, por meio de dados provenientes de sensores orbitais, GPS, cartas temáticas. Integrados e manipulados em um SIG, foram desenvolvidos estudos, visando detectar, mitigar e prevenir problemas ambientais, advindos de conflitos de diferentes usos do solo, com a urbanização, a agricultura e outras atividades antrópicas, com a aptidão natural da região.

Pode-se destacar também Farina (1999), o qual utilizou técnicas de sensoriamento remoto e SIG para avaliar o avanço de uma área de ocupação irregular, através de aterros, sobre a enseada da Mangueira, no município de Rio Grande (RS). Através de fotografias aéreas, de 1974, e imagens digitais de pequeno formato, de 1999, foi constatada, em ambiente SIG, a evolução temporal dos aterros realizados no período. Obteve-se, assim, a identificação e a quantificação do avanço de terras emersas na enseada, representado por meio de mapas.

Em uma escala local, Burg e Falcão (2012) empregam o uso de geotecnologias (ArGIS 10 e ENVI 4) para analisar o processo de expansão da mancha urbana de Boa Vista sobre os recursos hídricos, nesse processo foi feito um panorama histórico-cartográfico de 1978 a 2011. Os resultados apontaram que a área urbana teve um aumento de 590,6% em relação as demais classes estudadas.

Veras e Souza (2012) traçam um panorama socioambiental do igarapé Caranã Boa Vista-RR com observações em campo utilizando geotecnologias, na análise foi constatado várias problemáticas ambientais, como vazamento de esgoto sanitário,

depósitos de lixo em área impropria, lixo jogado às margens e no canal do igarapé, assoreamento e retirada da vegetação primitiva. Essas observações são algumas das problemáticas ambientais quem podem originar áreas vulneráveis ambientalmente.

Araújo Júnior (2016) utiliza a geotecnologia, mais precisamente o software SPRING na criação de um SIG, nesse sentido, o autor utilizou o método de Analytic Hierarchy Process (AHP), um método estatístico que utiliza análise multivariada para correlacionar as diferentes variáveis dependentes, buscando padrões de maior ou menor similaridade para posteriormente determinar as possíveis áreas de inundação na área urbana de Boa Vista considerando as bacias hidrografias urbana, nesse estudo foi constatado que 27,6% da área total da cidade de Boa Vista possui alto risco de inundação, isso se agrava pelo fato dessa porcentagem está totalmente contida na área densamente ocupada.

Os estudos de vulnerabilidade são de grande importância no processo de planejamento urbano, ainda mais, quando a análise de vulnerabilidade engloba ferramentas do geoprocessamento, nesse contexto pode-se destacar Cutter (2011), onde sua pesquisa foi baseada no índice de Vulnerabilidade Social (SoVI). O SoVI é uma avaliação quantitativa das características que influenciam a vulnerabilidade social aos riscos, os resultados foram inseridos em ambiente SIG para gerar o mapa de vulnerabilidade social e riscos ambientais nos Estados Unidos da América.

Mota e Valladares (2011) aplicaram a metodologia de vulnerabilidade a degradação do solo proposta por Crepani na bacia hidrográfica do Acaraú no estado do Ceará, esse método consiste em apresentar um intervalo de valores de estabilidade/instabilidade (ou vulnerabilidade) distribuídos entre as situações de predomínio dos processos pedogenéticos e morfogenético. Os valores obtidos foram inseridos em ambiente SIG através da ferramenta *Raster calculator*, com o intuito de confeccionar o mapa de vulnerabilidade da bacia hidrográfica Aracaú, em síntese, a bacia hidrográfica constava poucos locais com vulnerabilidade a degradação do solo.

Alcântara et al (2013) propôs uma metodologia multicriterial, onde foram utilizados diversos índices com base em variáveis ambiental e humanas, esses índices foram convertidos em um banco de dados que posteriormente exigiram a criação dos mapas de vulnerabilidade ambiental (IVA), Vulnerabilidade Social (IVS) e Vulnerabilidade socioambiental.

No caso de Gamba e Ribeiro (2012) a metodologia foi uma análise multidimensional que consiste na construção dos índices de vulnerabilidade

infraestrutura, vulnerabilidade social e ambiental para o processo de vulnerabilidade socioambiental ao escorregamento, o autor concluiu que várias partes da área urbana de São Paulo principalmente comunidades, estavam em perímetros com vulnerabilidade socioambiental a escorregamento alto.

Alves (2017) utilizou o geoprocessamento para executar uma sobreposição dos elementos sociais, no caso, os dados censitários obtidos no IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas) sobre a área da bacia hidrográfica do Igarapé do Fundo para a obtenção dos indicadores de vulnerabilidade social, bem como o índice de vulnerabilidade ambiental, a autora correlacionou as áreas de APPs com base no código florestal, utilizando buffers para determinar áreas de influência, em seguida, cruzou os indicadores de APPs, com áreas de inundação para criar um mapa de vulnerabilidade ambiental e por fim cruza-lo com o índice de vulnerabilidade social para gerar o mapa de vulnerabilidade socioambiental.

As pesquisas voltadas para a vulnerabilidade de qualquer tipo de perigo, tem uma grande contribuição ao planejamento urbano, embora, as produções relacionadas a essa temática vem sendo pouco explorado geograficamente. A ideia dos estudos de vulnerabilidade demonstra a parcela da população que possui uma resistência e resiliência baixa perante eventos danoso, bem como, buscar auxiliar nas tomadas de decisões no planejamento urbano, principalmente em áreas de bacias hidrográfica.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar a vulnerabilidade ambiental na bacia hidrográfica Caranã na cidade de Boa Vista-RR.

2.1.1 Objetivos Específicos

- Descrever o processo de expansão urbana de Boa Vista em relação ao uso e cobertura da BHC;
- Caracterizar os fatores físicos (vegetação, hidrográfica, pedologia e declividade) e sociais (renda, escolaridade e faixa etária) determinantes para o surgimento de potencial áreas vulneráveis ambientalmente na BHC;
- Analisar as políticas públicas a nível federal, estadual e municipal que corroboram à gestão da vulnerabilidade ambiental na BHC.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

De início é importante enfatizar os aspectos físicos da cidade de Boa Vista-RR

3.1 ASPECTOS FÍSICOS DA CIDADE DE BOA VISTA

A bacia hidrográfica Caranã fica localizado na zona oeste da Cidade de Boa Vista-RR, possui um clima segundo Koppen, como tropical úmido do tipo “A” Subtipo “AW”, no qual predomina o Clima tropical úmido. O verão chuvoso se estende normalmente de abril a setembro e o período seco de outubro a março (MENESES; COSTA; COSTA, 2007, p. 479).

Seus aspectos geológicos consistem em sua localização sob sedimentos mesozoicos da bacia do Tacutu, estes pacotes mesozoicos estão encobertos por sedimentos de idade pleistocênica denominado de formação Boa Vista. Estes sedimentos são caracterizados por serem inconsolidados, arenosos. Por vezes, estes são associados a pacotes de argilas e intercalados por níveis de conglomerados (VERAS; SOUZA, 2012, p. 90).

No aspecto geomorfológico a BHC possui relevo do tipo Planalto dissecado e superfícies pediplanas, a área da bacia está inserida na região do Pediplano Rio Branco-Rio Negro, possuindo uma tipografia plana e pela declividade muito baixa que se acentua apenas próximos aos canais hídricos, caracterizando como um modelo de agradação (ARAÚJO JÚNIOR, 2016, p. 88).

No aspecto pedológico a BHC é caracterizada por latossolos amarelos, na questão da vegetação a BHC possui uma característica com no solo pouco fértil contendo espécies de fisionomia campestre, vegetação do tipo gramínea, palmeiras da espécie Buriti e espécies arbóreas de maior parte como a Guateria sp e Xilopia SP (VERAS; SOUZA, 2012).

Na questão hidrográfica a BHC é inserida na bacia hidrográfica do baixo Rio Cauamé que se compõe da bacia do Rio Branco, em sua área de nascentes e composta por lagos de baixa profundidade e que funcionam como nascentes do sistema fluvial (VERAS; SOUZA, 2012).

A dissertação foi executada em três etapas, a primeira etapa foi o levantamento de dados secundários como artigos de revista, livros, relatórios ambientais, dados do censo do IBGE, e periódicos eletrônicos. Esse momento foi marcado pela contextualização da dinâmica de produção do espaço da cidade de Boa Vista.

Em seguida foi feita uma reflexão sobre a tríade dessa pesquisa que é risco, perigo e vulnerabilidade, essa reflexão considera todos os aspectos da relação, dando ênfase ao conceito de vulnerabilidade como norte principal.

Ainda na primeira etapa, foi necessária uma reflexão das políticas públicas vigentes a nível federal, estadual e municipal para entender como as mesmas afetam a dinâmica de produção do espaço na cidade de Boa Vista e as possíveis áreas vulneráveis e por fim foi feita uma contextualização sobre a importância do geoprocessamento no apontamento dessas possíveis áreas vulneráveis ambientalmente, utilizando ferramentas do software ArGis10.3.

Na segunda etapa foi feito um levantamento de dados primários, neste caso, o primeiro foi o levantamento de imagens digitais, ou seja, imagens feitas em *in situ* com o auxílio de uma câmera digital. A segunda aquisição foi feita com auxílio do drone Phantom 3. O drone teve a finalidade de registrar imagens aéreas com resolução de 4000 x 2250 em 72 dpi com altura de até 500 metros.

No decorrer do campo foi necessário o registro de pontos com coordenadas geográficas com o auxílio do GPS, nesse caso, foi utilizado um GPS Garmin fornecido pelo Programa de Pós-graduação em Geografia, os pontos foram registrados em três áreas da BHC, ou seja, no alto, media e baixo curso do igarapé Caranã.

A terceira etapa foi a fase de laboratório, nesse estágio foi feita a sintetização e tabulação dos dados secundários e primários, criando assim, um banco de dados geográficos com o intuito de servir como base para discussão dos resultados da pesquisa. A etapa de laboratório foi dividida em três momentos: I- uso da classificação supervisionada para gerar uma evolução espaço-temporal da cidade de Boa Vista e também da bacia hidrográfica Caranã tendo como base os anos de 1985, 1995, 2005 e 2018; II- a análise das variáveis física (declividade, altimetria, uso e cobertura e limite de inundação) para a confecção do mapa de síntese da vulnerabilidade física, também

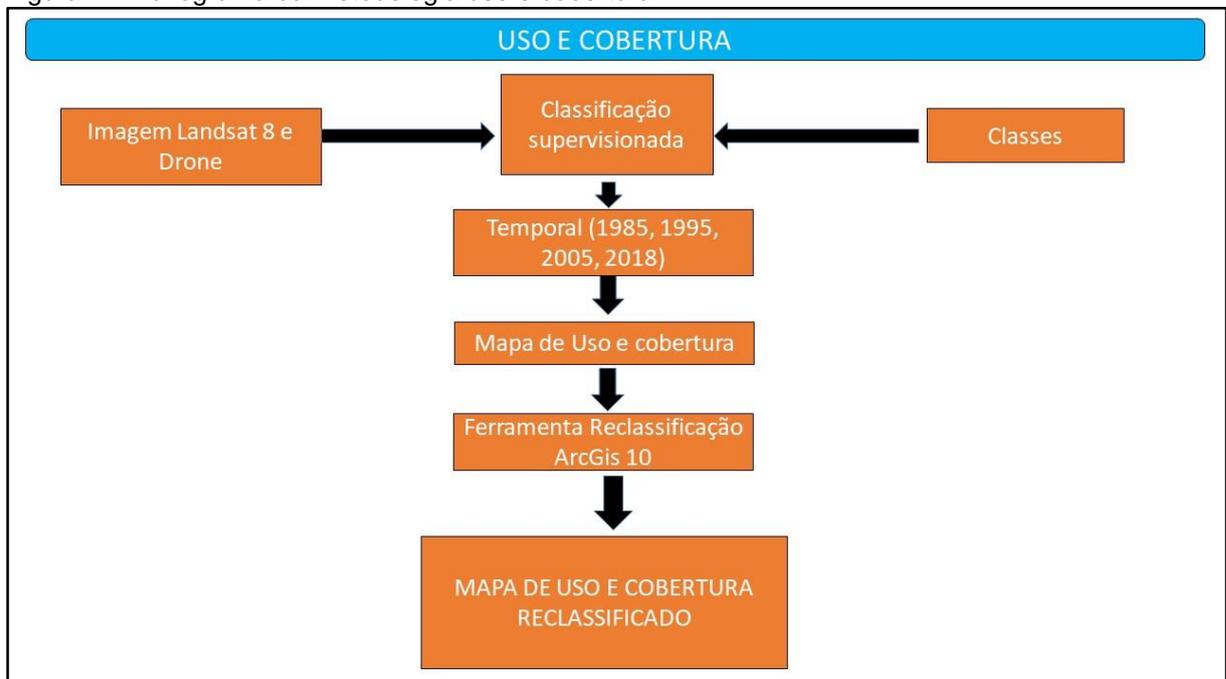
a análise das variáveis sociais (renda, escolaridade, tipo de residência, indivíduos por domicílio, gênero e faixa etária) para a confecção do mapa de síntese da vulnerabilidade social e III- utilização da soma da vulnerabilidade física com a vulnerabilidade social para a geração do mapa de vulnerabilidade ambiental da BHC.

3.2 USO E COBERTURA NA ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA CIDADE DE BOA VISTA

O primeiro momento foi marcado pela sintetização dados obtidos através da saída de campo. Essa ação possibilitou a confecção dos mapas físicos e sociais que no final esses mesmos mapas serão correlacionados e interpolados para criar os mapas de síntese, ou seja, o mapa de vulnerabilidade ambiental.

A primeira etapa do laboratório foi executada de acordo com o fluxograma de uso e cobertura, neste caso, para entender a evolução da Cidade de Boa Vista-RR e seus efeitos em relação ao uso e cobertura da Bacia hidrográfica Caranã, foi necessária uma abordagem que demonstrasse essa mudança espaço-temporal do perímetro urbano de Boa Vista (figura 7).

Figura 7 - Fluxograma da metodologia uso e cobertura.



Elaboração: Santos (2018).

Para a elaboração do mapa de uso e cobertura foi necessário utilizar a técnica de classificação supervisionada, o procedimento consiste na obtenção de uma imagem multiespectral, para esse caso, foi usado imagens de Landsat 5, 7 e 8 e uma

imagem panorâmica fornecida pelo Drone, as imagens dos anos de 1985 1995, 2005 e 2018 foram obtidas através do site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), todas a imagens obtidas tiveram a finalidade de criar um panorama espaço-temporal da cidade de Boa Vista-RR como demonstra a imagem 8.

Figura 8 - Quadro com a informações das imagens landsat 5, 7 e 8.

Satélite	Sensor	Ano	Fornecedor	Resolução
Landsat 5	TM e ETM	1985	USGS	30 metros
Landsat 7	TM ETM+	1995 e 2005	USGS	30 metros
Landsat 8	OLI/TIRS	2018	USGS	15 metros

Em seguida, foi empregado as classes pré-estabelecidas por Vaeza (2010), para esse caso específico da Bacia hidrográfica Caranã foi feito uma adaptação nas classes. As classes ficaram da seguinte forma: 1- vegetação ciliar, 2- corpos hídricos, 3- savana 4- solo exposto e 5- área urbana.

Na questão temporal do uso e cobertura, foi necessário a obtenção de várias imagens multiespectrais da Cidade de Boa Vista, para suprir essa demanda foi utilizado imagens Landsat 5, 7 e 8 fornecido gratuitamente pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

No procedimento de classificação supervisionada, foi utilizado o software ArcGis 10 para georreferenciamento das imagens em seguida atribuindo correções, no que diz respeito a interferências eletromagnéticas causadas pela atmosfera da terra, logo depois foi criado um vetor na forma de polígono para que as classes supracitadas possam ser registradas nas imagens multiespectrais, na sequência foi criado uma assinatura espectral com o auxílio da ferramenta *Create Signatures*, essa ação gera um arquivo contendo a assinatura espectral de cada classe, e para finalizar utiliza-se a ferramenta *Maximum likelihood classification* para gerar os mapas de uso e cobertura.

3.3 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS FÍSICAS PARA A DELIMITAÇÃO DA VULNERABILIDADE FÍSICA DA BHC.

Na próxima etapa de laboratório foi usado o procedimento de classificação supervisionada para uma imagem de 2010 da cidade de Boa Vista para que seja

incorporada ao mapa de vulnerabilidade física criando um dos pilares que imperar essa dissertação (figura 9).

Figura 9 - Fluxograma do Mapa de Síntese da Vulnerabilidade Física



Elaboração: Santos (2019)

Na etapa de criação do mapa de vulnerabilidade física foi utilizado dados secundários oriundos do projeto Hydros Souza (2010), sendo eles, o mapa da área da bacia hidrográfica Caranã e as curvas de níveis da cidade de Boa Vista. A delimitação foi amplamente usada em todos os mapas da dissertação e as curvas de níveis foram utilizadas na confecção do mapa altimétrico da área da bacia hidrográfica Caranã, as informações pertinentes as curvas de nível da cidade de Boa Vista foram obtidas a partir do estudo de Souza (2010) através de técnica topográfica com auxílio de equipamentos geotecnológicos.

Na questão do tempo de retorno de cheia, foram utilizadas informações de Sander et al (2011), os autores relacionaram informação de réguas limnimétrica da companhia de águas e esgotos de Roraima (CAER) e cheias histórica para delimitar o limite de cheias do Rio Branco no tempo de retorno de até 100 anos, essas informações foram primordiais para elaboração do mapa do limite de inundação da BHC, ou seja, cotas atingidas em 30, 50 ou até 100 anos foram utilizadas para delimitar o alcance da inundação.

Para a elaboração do mapa de declividade foi utilizado uma imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da cidade de Boa Vista, essa imagem foi obtida

pelo site Serviço Geológico dos Estados Unidos através do sensor X-SAR com resolução de 1 arco de segundo que equivale a 30 metros, a imagem de radar foi georreferenciada com auxílio do software ArcGis 10.3, nesse procedimento a imagem foi submetida a ferramenta *Slope*, essa ferramenta determina o grau de inclinação do terreno, o produto final é o mapa de declividade da Bacia hidrográfica Caranã.

Para chegar no mapa de vulnerabilidade física foi aplicado um grau de importância para cada variável gerada nessa etapa, esse grau é atribuído de acordo com sua influência nos danos gerados pelo perigo imediato e também levando em consideração os fatores geográficos figura 10.

Figura 10 - Quadro das Variáveis Físicas e seus graus de importâncias

Variáveis	Valor	Característica de delimitação e importância
Limite de inundação	0,50%	O Indivíduos que estão nas áreas de atuação do perigo tendem a sofrer mais danos socioeconômico, por outro lado, quanto mais longe dessas áreas, menores o risco de ser atingido pelo perigo.
Declividade	0,25%	Essa variável depende do seu grau de inclinação, neste caso quanto menor o grau de inclinação, maior o seu efeito na área atuante do perigo (alagamento), neste caso as áreas planas tendem a aumentar o perímetro do perigo, por outro as áreas com inclinação maior concentram o fluxo de água.
Altimetria	0,15%	A importância dessa variável está ligada diretamente a curva de nível atingida pelo perigo, quanto mais baixa e a cota, maior é a chance de ser atingido pelo perigo de inundação, essa variável considera o tempo de retorno de até 100 anos.
Uso de cobertura	0,10%	Essa variável tem seu potencial ligado as suas categorias, uma em especial que são as áreas urbanas, neste caso as áreas urbanas possuem um poder de impermeabilização alta, portando o escoamento superficial é predominante, esse fator potencializa as áreas atuantes do perigo, por outro lado, áreas com vegetação auxiliam no escoamento do fluxo de água, diminuindo a sua força.

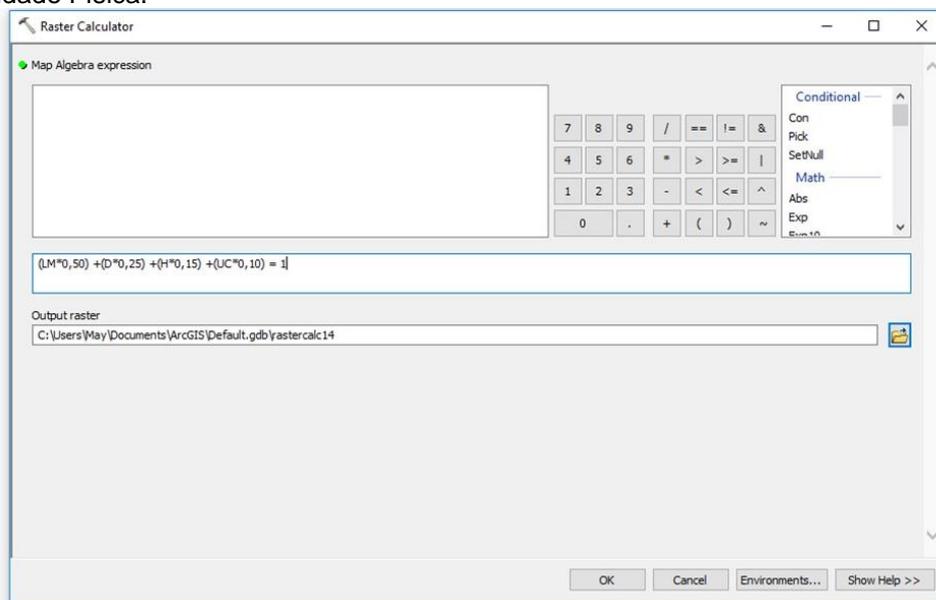
Elaboração: Santos (2019)

Nota-se que as variáveis estão interligadas entre si e também com o tipo de perigo existente na Amazônia setentrional, no caso específico da inundação, a interligação começa já na área de atuação das inundações podendo ser agravada pelo grau de inclinação, dependendo também da intensidade do perigo, podem chegar

a cotas altimétricas altas, além de trazer possíveis danos para áreas vulneráveis como solo exposto ou locais com alto grau de impermeabilidade como áreas urbana, nesse contexto pode-se destacar o lençol freático pouco profundo na cidade de Boa Vista.

Os valores do quadro supracitado foram inseridos no ArcGis 10 através da ferramenta *Raster Calculator*, essa ferramenta executa uma única expressão da álgebra em mapas, a ferramenta *Raster Calculator* utiliza a interface Python que é semelhante a uma calculadora como demonstra a imagem 11, nesse sentido torna-se fácil o manuseio da interface.

Figura 11 - Imagem da ferramenta Raster Calculator com a expressão para gerar o mapa de Vulnerabilidade Física.



Para a geração do mapa de vulnerabilidade física foi empregado a expressão:

$$(LI*0,50) +(D*0,25) +(H*0,15) +(UC*0,10) = 1$$

Onde:

LI: limite de inundação corresponde a 50% do grau de importância;

D: declividade corresponde a 25% do grau de importância;

H: hipsometria corresponde a 15% do grau de importância;

UC: uso e cobertura corresponde a 10% do grau de importância;

1: Mapa de Vulnerabilidade física.

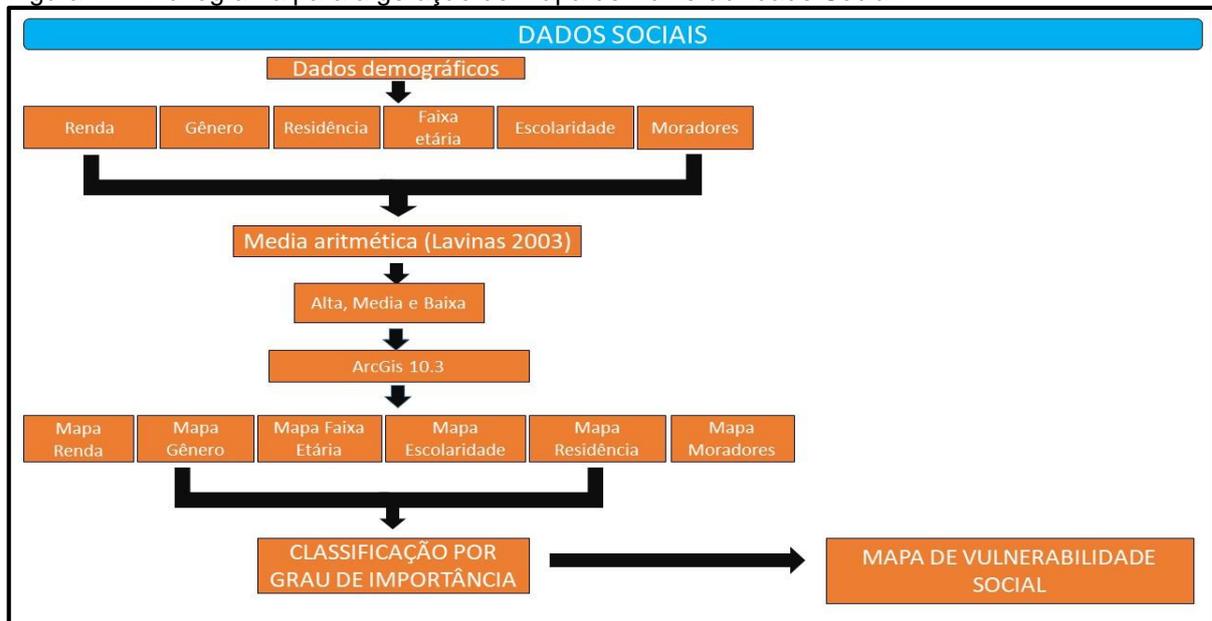
A ferramenta *Raster Calculator* executou a expressão e ponderou as variáveis de acordo com a porcentagem atribuída, gerando o resultado 1 que é o mapa de

vulnerabilidade física, sendo importante ressaltar que o programa só analisa valores de 0 até 1, qualquer valor acima de 1 acarretará erros no procedimento.

3. 4 APLICAÇÃO DO GRAU DE IMPORTÂNCIA PARA DELIMITAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIAL

A terceira etapa de laboratório foi a elaboração do mapa de vulnerabilidade social, nessa etapa foram utilizadas apenas variáveis humanas: renda per capita, escolaridade, gênero, moradores por residência, tipo materiais das paredes das residências e faixa etária, figura 12.

Figura 12 - Fluxograma para a geração do mapa de Vulnerabilidade Social.



Elaboração: Santos (2019)

Os dados sociais foram obtidos pelo site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as informações foram baixadas em forma de tabela do Excel, ordenados por códigos onde cada algoritmo correspondia a uma alternativa de cada pergunta feita pelo IBGE em 2010.

A distribuição espacial escolhida foi na forma de setor censitária, dessa forma os dados poderiam proporcionar uma melhor realidade da bacia hidrográfica Caranã. Para a sintetização dos dados foi necessária organizar as informações em uma tabela delimitada por bairros.

Em seguida foi imprescindível o download do *Shape* de setores censitários do IBGE, com isso, os dados censitários poderiam ser agrupados e espacializados, com a ajuda das informações da área da bacia, o próximo passo foi utilizar a ferramenta

Clip para gerar um recorte das áreas censitárias na forma da bacia hidrográfica Caranã, em seguida os dados foram unidos com o *Shape* da bacia hidrográfica tornando possível a separação das informações da bacia das demais áreas do estado de Roraima, com isso o molde da bacia hidrográfica Caranã estava pronto para receber os dados sintetizados a partir das tabelas do Excel.

Na sistematização dos dados do censo, foi utilizada a técnica de delimitação de risco social aplicada por Lavinias (2013), esse procedimento consiste na aplicação de uma aritmética simples para determinar a média de cada variável, como cada código corresponde a uma alternativa de cada pergunta feita pelo censo, a autora agrupou as alternativas com base nos programas das nações unidas para o desenvolvimento, neste caso, permitindo dividir as informações em três níveis: alto, médio e baixo.

Esse procedimento gerou várias tabelas divididas em três níveis de risco, essas informações foram inseridas no ArgGis 10, via tabela de atributos, nesse sentido, cada área censitária tinha vários níveis de risco associado. Para a geração dos mapas de cada variável, foi necessário empregar a ferramenta *Feature to Raster*, essa ferramenta converte *Vetor* em formato *Raster*, com isso, foi possível transformar cada nível de risco das variáveis em um mapa no formato *Raster*.

Tendo feito a conversão, o próximo passo foi a ponderação dos mapas de cada nível, esse procedimento foi feito através da ferramenta *Raster Calculator*, como já existia os três níveis: alto, médio e baixo, a escolha do grau de importância foi feita com base no grau de risco expostos pelas pessoas aos efeitos do perigo, então a expressão ficaria da seguinte forma:

$$(\text{Alto} * 0,50) + (\text{médio} * 0,30) + (\text{Baixo} * 0,20) = 1$$

Onde:

Risco alto corresponde a 0,50% do grau de importância;

Risco médio corresponde a 0,30% do grau de importância e

Risco baixo corresponde a 0,20% do grau de importância.

1: mapa de risco de cada variável

Esse procedimento foi feito em todas as seis variáveis sociais estudadas, criando um mapa individual para cada, esse resultado tornou possível a aplicação do mesmo procedimento empregado na criação do mapa de vulnerabilidade física, então para cada variável foi atribuído um grau de importância com base nesses três conceitos: resistência, resiliência e adaptação.

Nota-se que esses três conceitos estão associados ao perigo, mas nesse caso, as variáveis não são mais físicas e sim sociais, portando, o grau de importância de cada variável tem uma sutil diferença, quer seja, física, intelectual ou socioeconômica, diante disso, os graus das variáveis foram atribuídos da seguinte forma, (figura 13).

Figura 13 - Quadro das variáveis sociais e seus graus de importâncias.

Variáveis	Valor	Característica de delimitação e importância
Renda per capita	0,37%	Essa variável permite ao indivíduo uma resistência em relação ao perigo, sua questão econômica permite que sua residência seja mais resistente pelo fato de possuir materiais melhores, sua adaptação é alta pelo fato de possuir recurso para melhorias em sua estrutura, também dispõe de locomoção rápida em se tratando de veículo e possuem resiliência alta perante ao perigo, no geral esses indivíduos possuem mecanismo para reconstruir suas estruturas, como Cutter et al (2003) demonstra que a capacidade de absorver danos e de recuperar está associado a renda do indivíduos. Por outro lado, indivíduos que não detêm patrimônio significativo tendem a ter pouca resistência, acabam saindo imediatamente de suas estruturas, não conseguem adaptar-se ao perigo, com isso, abdicam de sua estrutura, e por fim sua resiliência é tão baixa que esses indivíduos não conseguem retornar a seu estado “natural” antes do perigo, ou seja, reconstruir sua moradia.
Escolaridade	0,25%	Essa variável relaciona a forma que o indivíduo se comporta perante ao perigo, nesse caso pessoas que detêm o conhecimento encontrar várias formas de resistir e adapta ao perigo podendo aprimorar sua estrutura, criando mecanismos de evasão ou diminuir a intensidade do perigo, além de possuírem resiliência alta, no caso de perda de sua estrutura o indivíduo possui conhecimento dos mecanismos jurídicos e acionamento das autoridades competentes. Por outro lado, indivíduos que não possuem escolaridade, não detêm meios para resistir ao perigo, sua adaptação é muito baixa, nesse caso não consegue fazer melhorias em sua estrutura é por fim, sua resiliência permite ao indivíduo não voltar a seu estado original antes do perigo.

Faixa etária	0,17%	Essa variável tem ligação com a questão física do corpo humano além da retenção do conhecimento ao longo dos anos, de acordo com Marandola Júnior e Hogan (2007a) crianças recém nascidas e idosos possuem pouca resistência ao perigo pelo fato de suas capacidades físicas serem bastante frágeis anatomicamente, portanto esses indivíduos dependerão de terceiros para adaptar-se ao perigo, nesse caso, é bastante provável que os mesmos não consigam retornar ao seu estado original antes do perigo, por outro lado, indivíduos que estão entre essa faixa etária possui mecânicos para resistir, adaptar e retornar ao seus status antes do perigo com base em sua capacidade física.
Gênero	0,12%	Essa variável relaciona à questão física do corpo humano. O gênero masculino no geral possui peso, força, massa muscular e hormônios que darão vantagem perante ao perigo (CUTTER et al, 2003). Força e agilidade têm vantagem na questão da resistência e adaptação, mas sua importância é pouca no que se trata da resiliência, ambos os gêneros conseguem obter uma boa resiliência perante ao perigo.
Tipo de residência	0,05%	Essa variável está ligada ao tipo de material utilizado na construção da estrutura. Para essa questão uma construção em alvenaria tem mais resistência ao perigo do que uma estrutura de madeira ou taipa, essa análise é confirmada por Cutter et al (2003) onde os autores destacam que o tipo de habitação e construção influencia diretamente na vulnerabilidade social.
Pessoas por residência	0,04%	Essa variável está relacionada com o número de indivíduos atingidos pelo perigo, quanto maior a quantidade de pessoa dentro de uma única residência, maior é o número de pessoas atingidas pelo perigo.

Elaboração: Santos (2019)

Nota-se que as variáveis estão relacionadas entre si e se comportando de formas diferentes perante ao perigo.

Atribuindo o grau de importância para cada variável, o próximo passo foi associá-los com seus repetíveis mapas criados, esse procedimento permite empregar essas informações na ferramenta *Raster Calculator* para gerar o mapa de

vulnerabilidade social. Com base no procedimento adota no mapa de vulnerabilidade física a expressão ficou da seguinte forma:

$$(RC*0,37) +(E*0,25) +(FE*0,17) +(G*0,12) +(TR*0,05) +(PR*0,04) =1$$

Onde:

RC: renda per capita corresponde a 0,37 do grau de importância;

E: escolaridade corresponde a 0,25 do grau de importância;

FE: faixa etária corresponde a 0,17% do grau de importância;

G: gênero corresponde a 0,12% do grau de importância;

TR: tipo de residência corresponde a 0,05 do grau de importância;

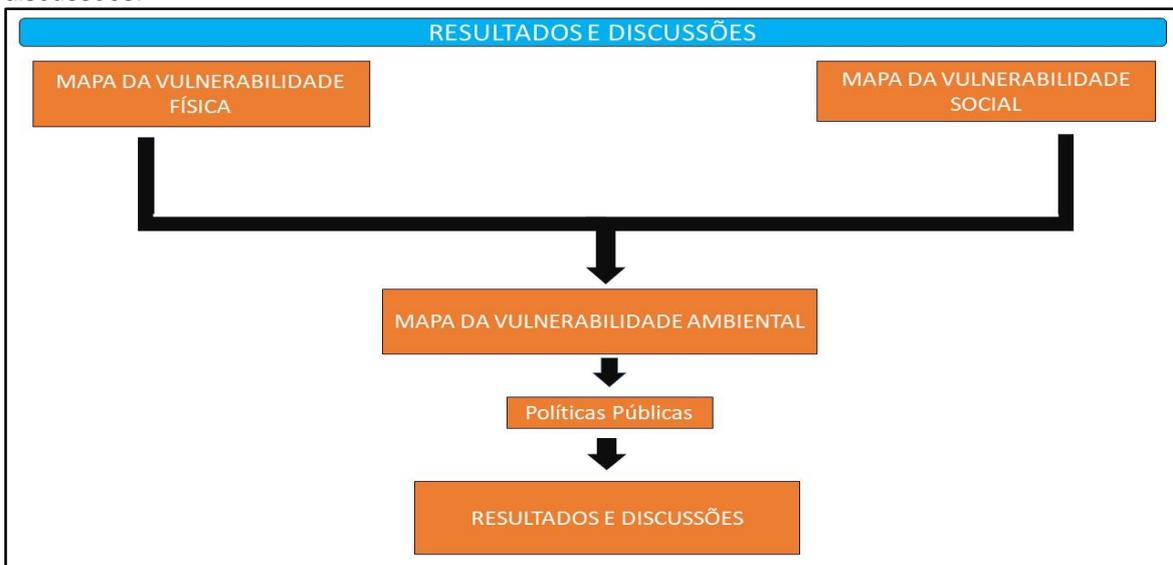
PR: pessoas por residência corresponde a 0,04 do grau de importância;

1: Mapa de Vulnerabilidade social.

3. 4 A SOMA DA VULNERABILIDADE SOCIAL E FÍSICA NA DELIMITAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BHC

O produto gerado pela expressão supracitada culminou no mapa de vulnerabilidade social, esse mapa deu início a relação do físico com o social considerando a importância de cada variável nos dois mapas, neste caso, a quarta etapa de laboratório relaciona a vulnerabilidade física com a social e seu comportamento perante o perigo, figura 14.

Figura 14 - Fluxograma do mapa de síntese de vulnerabilidade Ambiental e dos resultados e discussões.



Elaboração: Santos (2019)

A geração do mapa de vulnerabilidade foi executada da seguinte forma, ambos os mapas de vulnerabilidade física e social foram gerados no formato raster, em seguida os dois mapas foram inseridos na ferramenta *Raster Calculator* para que a ponderação fosse aplicada, nesse caso, a expressão ficou da seguinte forma:

$$(\text{Vulnerabilidade física}) + (\text{vulnerabilidade Social}) = 1$$

1: corresponde a o mapa de Vulnerabilidade Ambiental.

Nesse procedimento o grau de importância não foi aplicado, pelo fato das duas variáveis possui pesos iguais, ou seja, a vulnerabilidade ambiental é a relação do físico com o social e ambas possuem relevância iguais no surgimento de áreas vulneráveis.

Na discussão dos resultados o mapa de vulnerabilidade ambiental foi analisado com base nas políticas públicas a nível municipal, estadual e federal, esse debate demonstrou os mecanismos jurídicos para mitigar essas possíveis áreas vulneráveis, ou aumentar sua escala de risco. A análise do mapa de vulnerabilidade ambiental apontará os possíveis mecanismos para melhorias nas políticas públicas, principalmente em se tratando de eventos futuros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados englobam 4 quatro momentos que são imprescindíveis para o apontamento da vulnerabilidade ambiental da BHC: (i) uma análise espaço-temporal da Cidade de Boa Vista; (ii) análise de aspectos físicos como arcabouço para delimitação da vulnerabilidade física; (iii) análise de características sociais no apontamento da vulnerabilidade social; (iv) análise da soma da vulnerabilidade física e social para o apontamento de áreas ambientalmente vulneráveis e (v) análise das políticas públicas na solução dessas possíveis áreas vulneráveis.

4. 1 EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA CIDADE DE BOA VISTA-RR

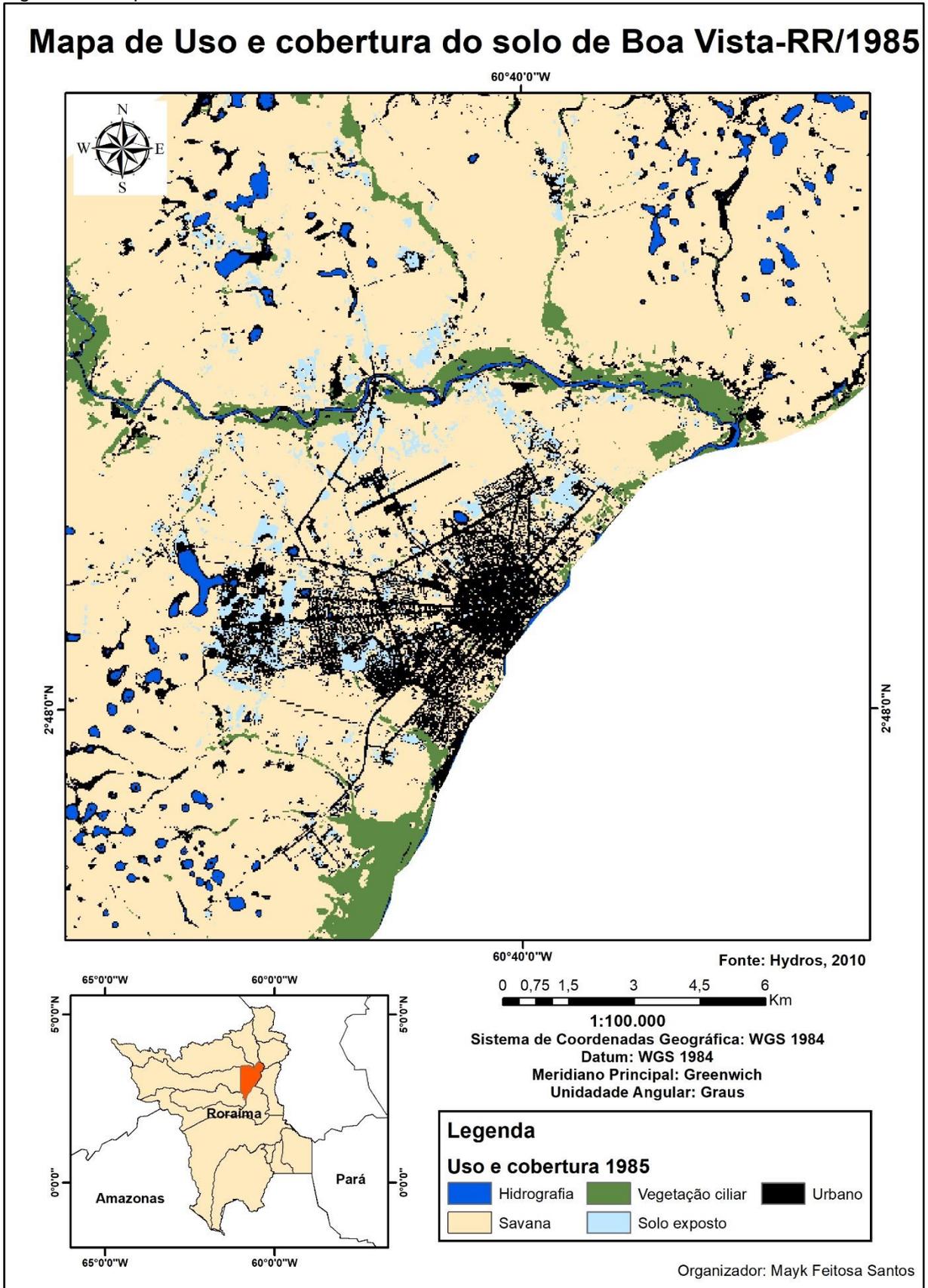
Boa Vista foi desenvolvida a partir de dinâmica de produção do espaço voltadas a estímulos governamentais, principalmente para fins eleitorais, além das relações dos agentes sociais, tendo como principal personagem o Estado. Assim, o ano de 1985 é um momento para a primeira análise da evolução da cidade de Boa Vista (figura 15).

Na imagem 1985, pode-se observar que 78% da área classificada encontra-se a classe Savana. Na análise, essa classe engloba vegetação de fisionomia campestre, tem espécies do tipo gramínea e arbóreas como espécie dominante o Buriti (*Mauritia flexuosa*) demonstrando ser um solo pobre de nutrientes.

Observa-se que o solo exposto obteve 2%, essa observação confirma o fato demonstrado por Araújo Junior (2016), que em algumas áreas de solo exposto apontavam possíveis atividade do setor primário.

A variável urbana obteve 11% do total. Nessa configuração, o processo de ocupação já se direcionava à zona oeste de Boa Vista. Nesse momento a expansão mostrava timidez inspirada em modelos adotados por governos militares preocupados com as amplas fronteiras, com isso implantando medidas econômicas e ocupação física da região amazônica (BATISTA, 2013).

Figura 15 - Mapa de Uso de Cobertura do solo de Boa Vista-RR 1985.



Entretanto o processo de ocupação manifestava-se em direção a corpos hídricos com grande importância, por exemplo, áreas de nascentes do igarapé Caranã.

No caso da hidrografia, é remetida a 2% do total. Vale destacar os dois principais corpos d'águas, os quais são, Rio Cauamé e Rio Branco, principais corpos hídricos do Estado de Roraima

Nesse sentido, Boa Vista obteve uma evolução voltada a ocupação sem a preocupação na estruturação da cidade, essa dinâmica de ocupação tendeu a estimular problemática ambientais (retirada da mata ciliar, ocupação e áreas vulneráveis, assoreamento de canais, inundações, enchentes, alagamentos, entre outros), principalmente em se tratando de ocupações não planejadas.

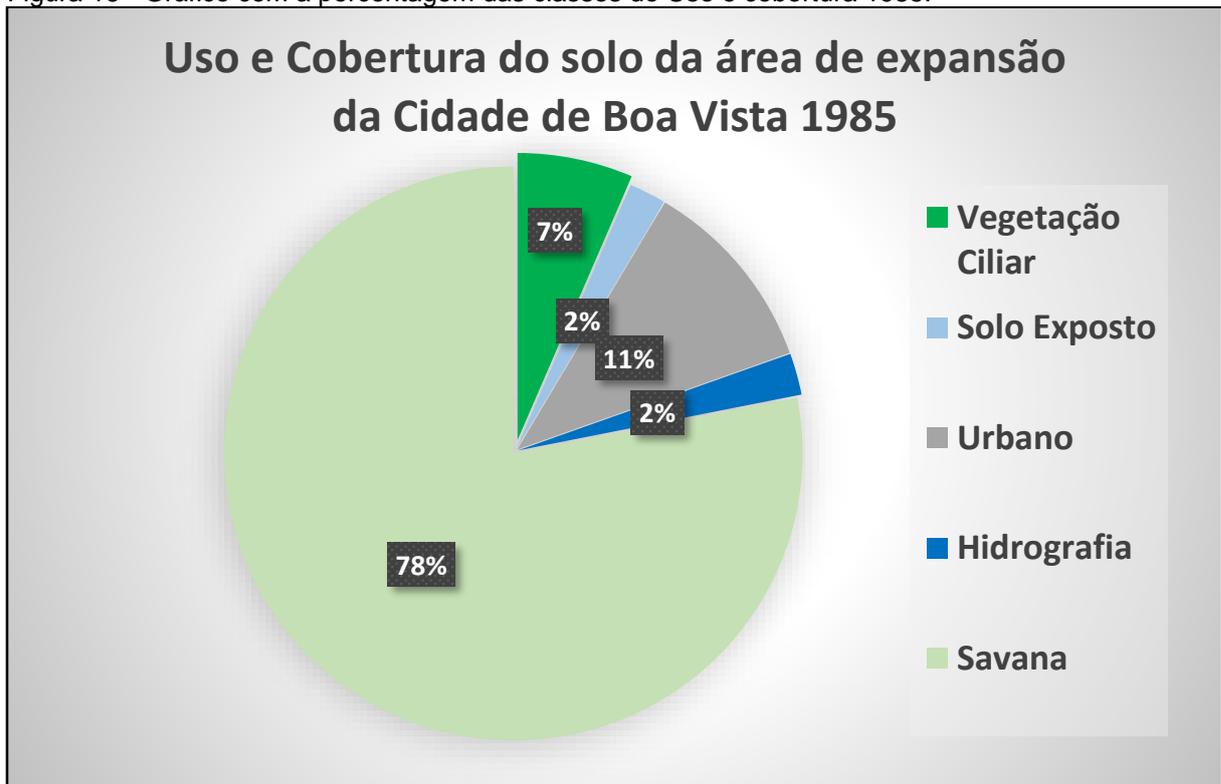
Portanto, no primeiro momento, a cidade de Boa Vista possuía uma configuração urbana voltada para determinado número de habitantes, mas infelizmente, a estrutura na forma de radial foi ponderada até um certo limite da cidade, o restante teve influência de especulações imobiliárias, doação de lotes com viés político, projeto sociais e até invasões (BATISTA, 2013).

O período de 1985 foi escolhido pelo fato de anteceder eventos que mudariam o rumo da cidade de Boa Vista. Reforçado por Veras (2009), onde o autor fala que o crescimento populacional se manteve tímido até a década de 1970, contudo os anos seguintes foram estimulados pela abertura da rodovia Federal que liga Manaus a Boa Vista, além da abertura do garimpo em Roraima.

Entender como a dinâmica de ocupação da cidade de Boa Vista demonstrará as mudanças no tempo e espaço afetam as relações dos agentes sociais e, principalmente como essas relações alteraram o meio físico da Cidade de Boa Vista, a análise de categorias como vegetação, hidrográfica é o primeiro passo para entender a evolução da cidade nesse primeiro momento que é o ano de 1985.

Também, é relevante a importância dos lagos que formam esses sistemas lacustres que alimentam os rios principais. Por fim, a classe de vegetação ciliar original, possuindo 7% do total. Essa classe engloba principalmente as matas ciliares ainda não alteradas pela ação antrópica, as matas ciliares são os mecanismos reguladores biofísicos do bem-estar dos corpos hídricos, figura (16).

Figura 16 - Gráfico com a porcentagem das classes do Uso e cobertura 1985.



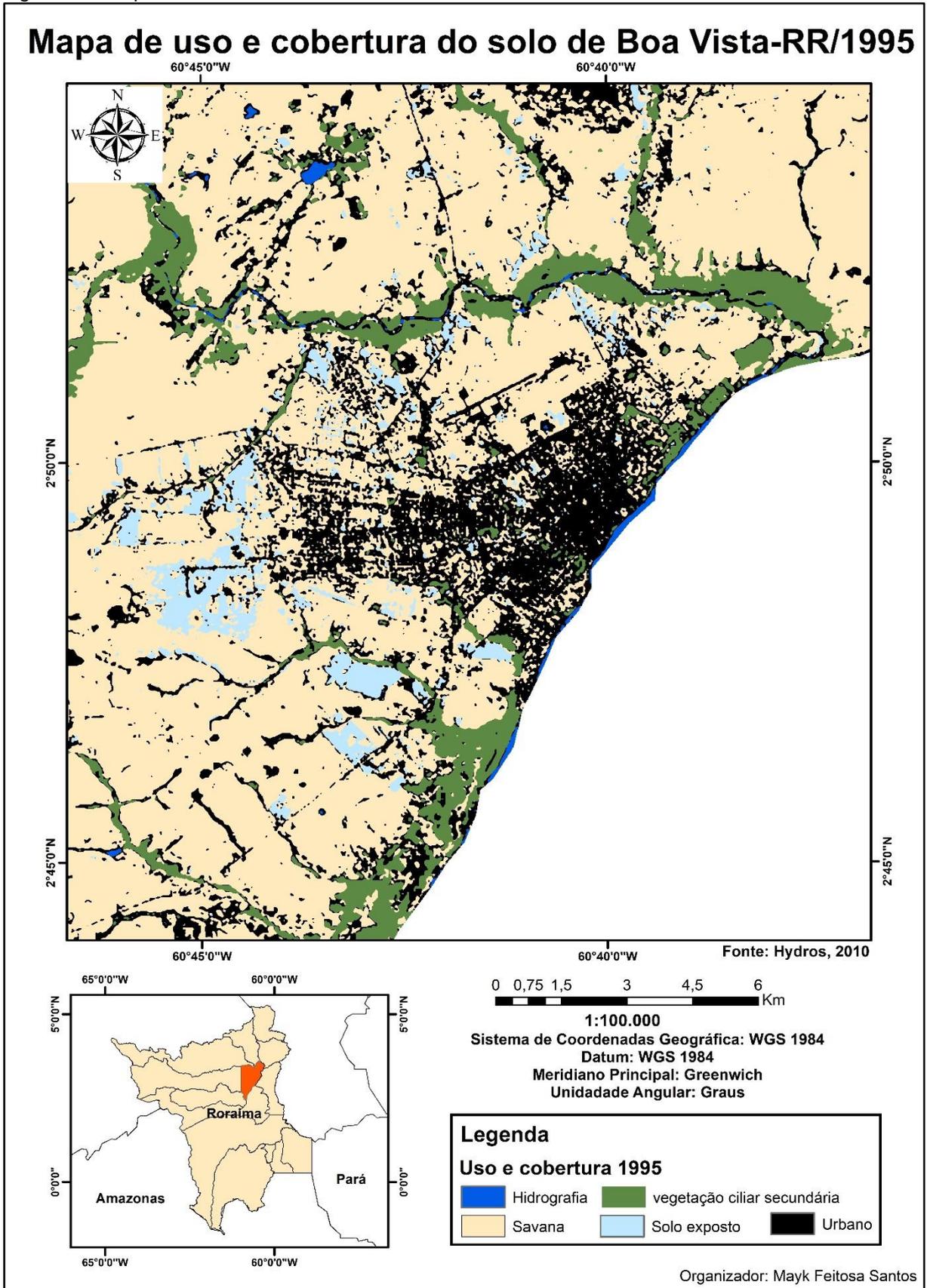
Para essa cronologia, pode-se destacar os momentos antes do grande *boom* populacional oriundo da abertura do garimpo de ouro no estado de Roraima, umas das grandes problemáticas provenientes das ocupações em massa e o crescimento desordenado da cidade.

Batista (2013) apontou que esse crescimento não foi acompanhado pela infraestrutura como drenagem, asfalto, esgoto e abastecimento de água, o proveniente disso são as ocupações em áreas de lagos da zona oeste tornando os mesmos extintos, já demonstrando a direção do crescimento da cidade de Boa Vista. Nesse panorama, é importante analisar o papel dos agentes sociais, principalmente o do Estado.

Conforme Veras (2009), essa ação de ocupação criava bairros por meios de distribuição não ordenada dos lotes, sob o argumento político de “ocupar e depois estruturar”, dando início à ocupação em áreas de lagos provocando sua extinção.

A classificação supervisionada de 1995 demonstra a evolução espaço-temporal da cidade de Boa Vista após a abertura do garimpo no estado de Roraima como demonstra a figura 17.

Figura 17 - Mapa de uso e cobertura de Boa Vista-RR/1995.



Elaboração: Santos (2019)

Em primeira análise, pode-se observar uma melhora na qualidade da imagem através de sensores melhores acoplado no landsat 7 no período de 1995 que culminou no aumento da classe vegetação ciliar secundária de 7% para 9%, outro fator que desencadeou esse resultado foram as condições atmosféricas provocando alguns fenômenos como espalhamento (mudança na direção da radiação eletromagnética), absorção (interação entre partículas) e refração da energia eletromagnética que diminuem a qualidade da imagem.

Em contrapartida, esse resultado confirma que esse aumento na porcentagem da vegetação ciliar está associado a uma proliferação de vegetação secundária de pequeno porte como (gramíneas, etc.) e médio e grande porte (ARAÚJO JÚNIOR, 2016).

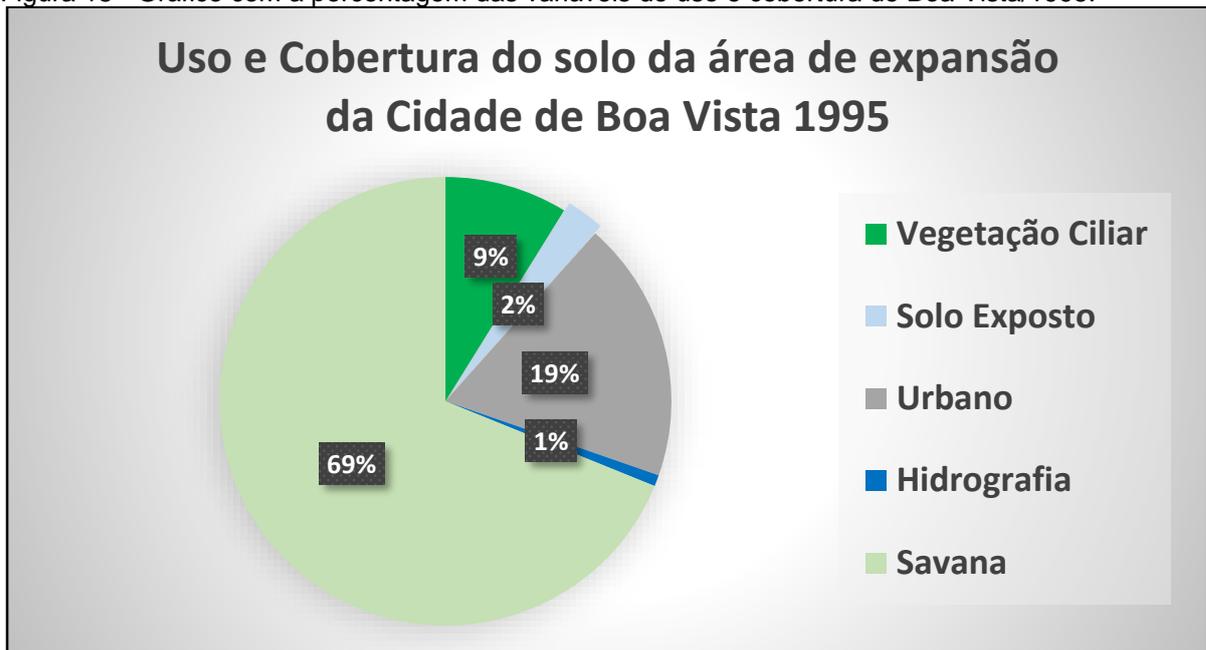
Pode-se destacar também o recuo da savana de 78% para 68% principalmente na zona oeste da Cidade de Boa Vista, esse cenário é estimulado pelo avanço da ocupação humana pelas interações dos agentes sociais, em especial o Estado.

A única variável que teve um aumento nessa cronologia foi a urbano, essa variável obteve uma alteração de 11% em 1985 para 19% em 1995. Esse aumento é dado ao fato dos agentes sociais ocuparem áreas em consequência dos minérios economicamente viáveis, a questão da descoberta dos minérios de ouro e diamante desencadeou a abertura dos garimpos no estado de Roraima, esse fato aumentou o fluxo migratório de pessoa para o estado e consequentemente aumentou o tecido urbano.

De acordo com Veras (2009) havia uma ausência de políticas públicas que controlassem a dinâmica de crescimento desordenado da cidade e a carência de equipamentos e serviços à população.

A figura abaixo demonstra as porcentagens obtidas pela classificação supervisionada de Boa Vista no ano de 1995, figura 18.

Figura 18 - Gráfico com a porcentagem das variáveis do uso e cobertura de Boa Vista/1995.



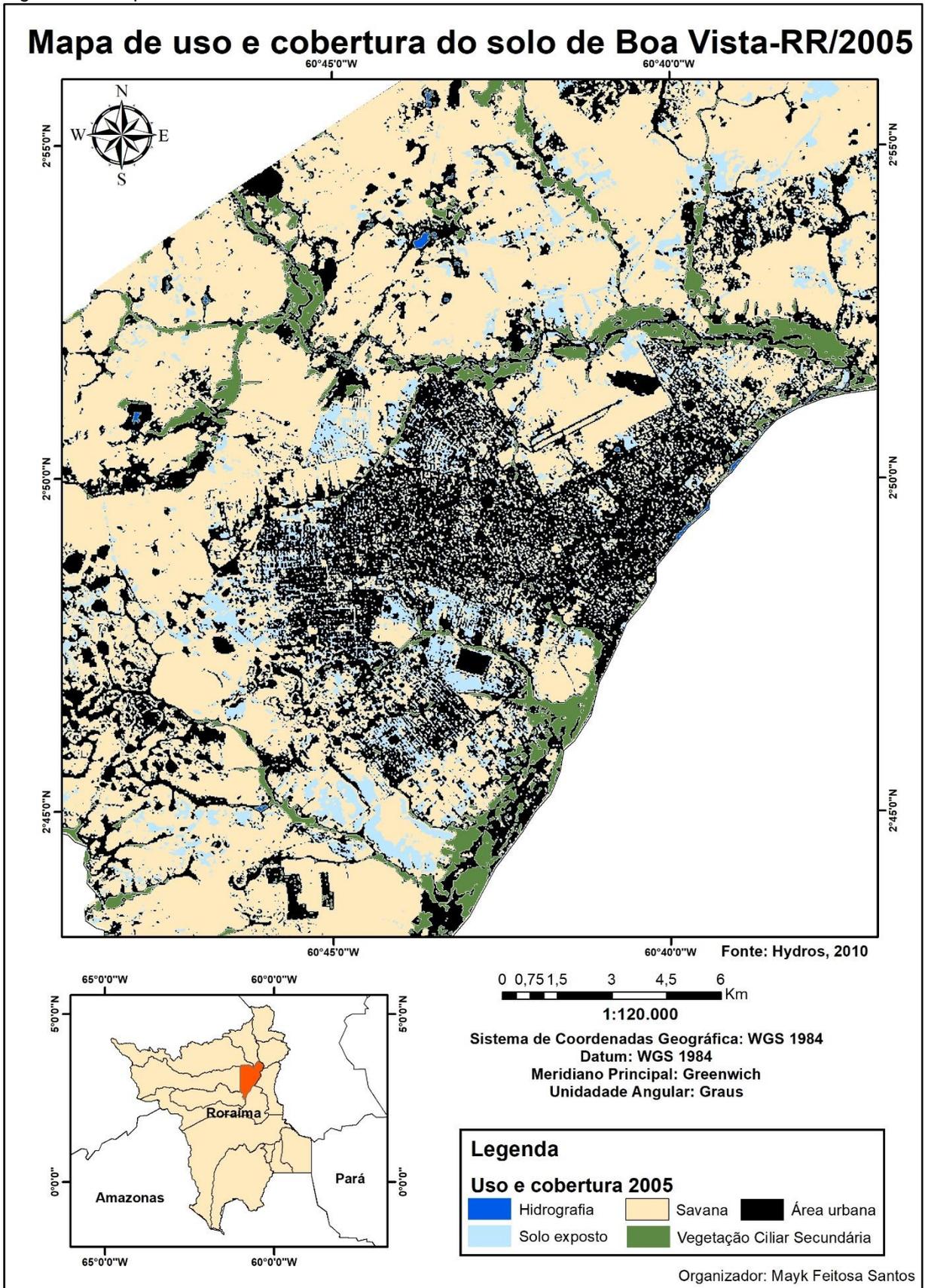
Pode-se observar uma mudança significativa na variável hidrográfica. Nesse cenário, houve uma diminuição de 2% para 1% dos corpos hídricos, principalmente na zona oeste, lagos localizados nos Bairros Santa Tereza e Jardim Primavera foram aterrados para dar lugar a habitações e lotes doados pelo Estado.

Batista (2013) destaca que nesse momento temporal, o Estado fazia doações de lotes, principalmente nas áreas periféricas da cidade, dando origem a um frenético processo de ocupações irregulares.

Mesmo com a implantação do Plano Diretor de 1991, o processo de ocupação era bastante rápido e desprovido de infraestrutura, muitas vezes, eram perpendiculares ao Plano Direto 1991, podendo destacar o artigo 37, onde fala que áreas alagadiças ou sujeitas a inundação eram inaptas para urbanização (BOA VISTA, 1991). Diante disso, esse desacordo com as leis se torna evidente pelo fato da diminuição expressiva dos lagos localizados na zona oeste de Boa Vista, em virtude das ocupações irregulares promovidas pelos agentes sociais, em especial o Estado.

Com os desdobramentos da abertura dos garimpos em Roraima, pode-se observar um aumento expressivo da mancha urbana de Boa Vista. Esse evento, desencadeou uma ocupação desenfreada para a zona oeste da Cidade, em direção a vários lagos e nascentes, como mostra a figura 19.

Figura 19 - Mapa de uso e cobertura do solo de Boa Vista-RR/2005.



A análise mostrou uma diminuição de 4% da variável savana. Essa diminuição teve um impacto direto na quantidade de espaço, principalmente de áreas no sentido da zona oeste de Boa Vista por conta da configuração adotada para expansão do espaço urbano. Observa-se que a variável solo exposto obteve 1% configurando uma diminuição 2% dos espaços vazios para dar lugar a residências.

A variável vegetação secundária contabilizou uma perda de 6% em relação ao ano de 1995 isso se deu devido ao avanço expressivo do tecido urbano em relação a matas ciliares dos corpos hídricos da cidade, principalmente na zona oeste.

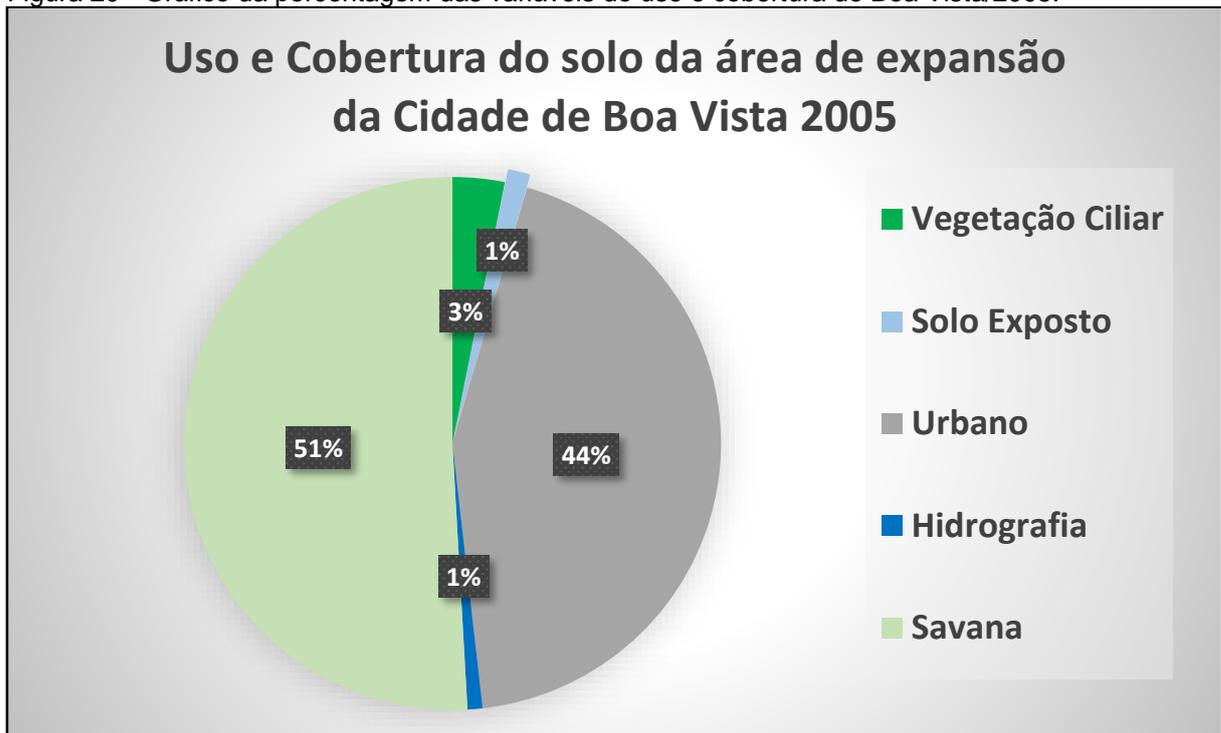
Tal descontrole na ocupação foi desencadeado pelos agentes sociais em desconformidade com o Plano Diretor de 1991. A falta de rigor na aplicação das leis por partes do Estado para coibir as ocupações em áreas de preservação permanentes.

Em contrapartida, a variável urbana obteve um aumento de 25% em relação às demais variáveis como demonstra a figura 20. Esse evento foi estimulado pelos agentes sociais, principalmente o poder municipal, tendo como principal estimulador a gestão da prefeita Teresa Surita de 2001- 2004.

A política de doação de lotes adotada pela gestão municipal criou alguns bairros como Silvio Botelho, Jardim Caranã, Alvorada e União, todos situados na zona Oeste de Boa Vista para suprir a demanda de pessoas carentes.

Por outro lado, a mesma gestão incentivou a criação de políticas públicas voltadas para melhorias da infraestrutura em áreas ocupadas oriundas do “plano de ocupar para depois estruturar”. Nesse sentido, houve um aumento na construção de vias públicas, praças, calçadas e moradias ampliando a porcentagem das áreas urbanizadas (VERAS, 2009).

Figura 20 - Gráfico da porcentagem das variáveis do uso e cobertura de Boa Vista/2005.

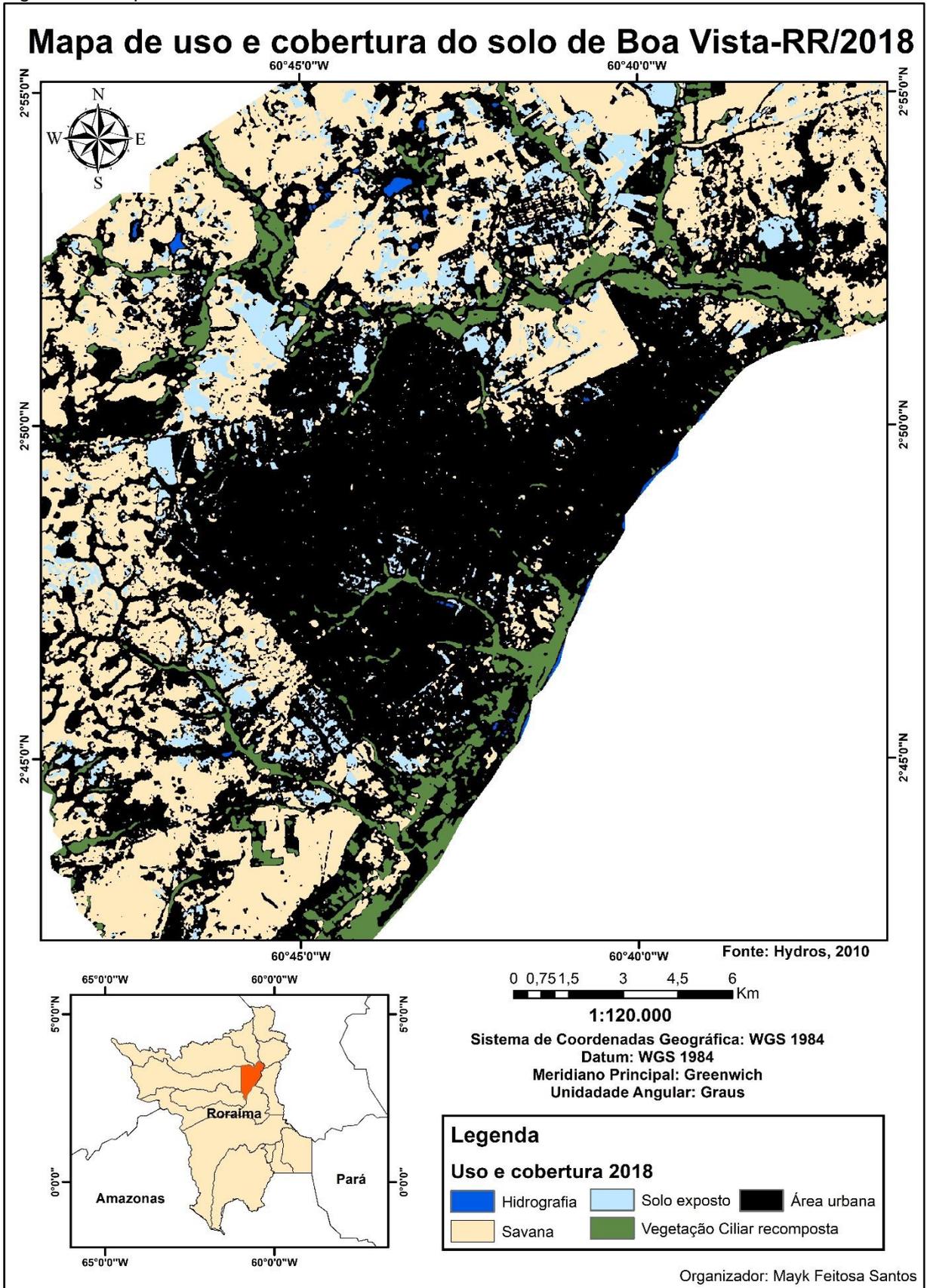


Outro fator importante no momento temporal da cidade de Boa Vista que incentivou esse aumento na porcentagem da variável urbana foi a terceira gestão do Ottomar Pinto de 1997-2000, marcada pelo modelo político de doação de lotes urbanos, que incentivou as ocupações irregulares, principalmente em áreas de proteção ambiental, simultaneamente.

O mesmo gestor adotou incentivos ao setor agrícola e à migração no intuito de atrair pessoas oriundas do Nordeste e Centro-sul do país para a Cidade de Boa Vista (BATISTA, 2013). Essas ações só estimulavam as ocupações irregulares, principalmente em áreas ambientalmente vulneráveis, como as nascentes de igarapés e os complexos de lagos localizados na zona oeste de Boa Vista.

A imagem ano de 2018, demonstram os desdobramentos do processo de uso e cobertura na cidade Boa Vista, considerando o momento importante nesse processo que foi a implementação do Plano Diretor de 2006, figura 21.

Figura 21 - Mapa de uso e cobertura do solo de Boa Vista-RR/2018.



Elaboração: Santos (2019)

A análise do ano de 2018 mostrou uma excelente qualidade em relação às demais classificações. Esse resultado é remetido ao fato do sensor OLI do landsat 8 ter uma resolução de 15m.

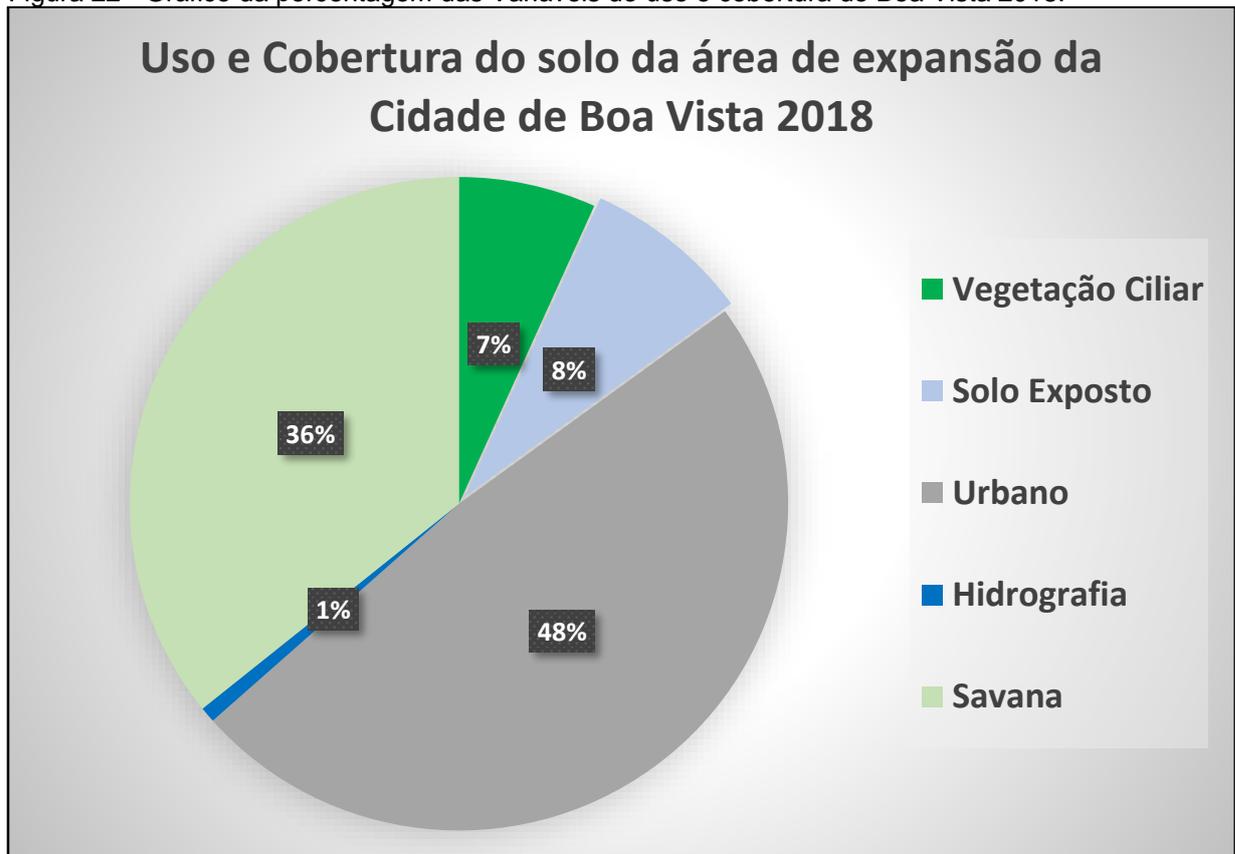
A qualidade da imagem alterou a porcentagem da variável vegetação, onde nas classificações supervisionada dos anos de 1995 e 2005, demonstraram valores abaixo de 6%; e nessa análise, a variável apontou um resultado de 7% do total da classificação. Essa implicação reforça a tese de Araújo júnior (2016) que essa variação está associada ao surgimento de vegetação ciliar que foi retirada e depois em seu lugar surgiu uma vegetação de médio porte.

A variável solo exposto obteve 8% do total, essa variável vem oscilando durante os períodos de 1985 até 2005, mas esse aumento está ligado a especulação imobiliária na zona oeste, mais precisamente na região de nascentes do igarapé Caranã e também na margem esquerda do mesmo onde fica localizado o bairro Murilo Teixeira Cidade.

A mesma qualidade da imagem Landsat 8 Sensor OLI de 15m demonstrou que a variável hidrografia obteve a porcentagem de 1%, esse fato é remetido à pressão exercida pelas ocupações irregulares promovidas pelos agentes sociais, causando extinção de lagos e nascentes da zona oeste de Boa Vista.

Um fato a ser explorado é a diminuição expressiva da variável savana. A classificação supervisionada dos anos de 1985, 1995, 2005 e 2018 demonstrou um recuo expressivo das áreas de savana, culminando em uma perda de 42% ao longo de 33 anos de expansão da área urbana de Boa Vista, figura 22.

Figura 22 - Gráfico da porcentagem das Variáveis do uso e cobertura de Boa Vista 2018.



A variável urbana demonstrou um aumento de 4% em relação à classificação supervisionada do ano de 2005. Essa variável teve um acúmulo de 37% ao longo de 33 anos de evolução espaço temporal.

Durante o período de 2006 até os dias atuais, os agentes sociais se mostraram atuantes na aplicação de infraestruturas nos equipamentos urbanos como escola, postos de saúdes entre outros, contudo esses aprimoramentos das estruturas só foram aplicados em locais estratégicos como a zona leste e centro da cidade, domando como efeito a marginalização da zona oeste da cidade.

Esse fato é reforçado por Batista (2013), onde essas ações promovidas pelo agente social (Estado), não estava em paralelo com a questão do planejamento urbano, mas estavam direcionadas a favor da “mercantilização do espaço” envolvendo grandes empresas que atuaram no ramo da construção civil.

Nesse aumento da porcentagem da variável urbana, é importante destacar o papel exercido pelos agentes sociais. Nos primeiros momentos, o Estado se mostrou mais atuante na produção do espaço com a slogan “ocupar para depois estruturar” (sistema de doação de lotes). Logo depois, veio a influência dos promotores

imobiliários, atuando diretamente na valorização do espaço da zona leste (bairro Paraviana), segregando mais ainda o espaço e direcionado a ocupação dos agentes excluídos para a zona oeste da Cidade.

Nessa dinâmica de expansão urbana, alguns bairros como, União, que foram originados a partir de doações por políticos e comercializado pelos promotores imobiliários.

Outro caso específico foi o bairro Cruviana. Esse conjunto foi criado a partir do convênio entre a Prefeitura e Caixa Econômica Federal (BATISTA, 2013). A grande preocupação em relação a esse evento é pelo fato de sua localização ser próximo a região dos lagos e nascentes dos igarapés Caranã, e Grande que são importantes e os maiores corpos hídricos com nascentes da cidade de Boa Vista.

A análise multi-temporal se mostrou eficaz no apontamento da dinâmica de uso e cobertura do solo. Os momentos de 1985, 1995, 2005 e 2018 mostraram como culminou o uso do solo em paralelo com as normativas estaduais, municipais e federais, como o Plano Diretor de 1991 e 2006, além do código florestal de 2012.

Por outro lado, essa dinâmica de uso do solo mostrou uma ineficácia das normativas e políticas públicas ao ponto que os norteamentos das leis foram negligenciados pelos agentes sociais, trazendo consigo impactos diretos (canalização e aterramento de corpos d'águas) e indiretos (assoreamento, ocupações de áreas não loteadas) ao meio ambiente.

Esse fato estimula a ocupação em áreas de planície de inundação e nascentes observada principalmente na zona oeste ao longo de 33 anos analisado pela classificação supervisionada. A análise da classificação supervisionada deu subsídio para uma análise acurada do uso do solo na Bacia Hidrográfica Caranã.

4.1.1 Ordenamento espacial da Bacia Hidrográfica Caranã (BHC)

O processo de ocupação da cidade de Boa Vista se mostrou no primeiro momento um ritmo lento e vagaroso, mas a dinâmica de produção do espaço na década de 1980 desencadeou um aumento expressivo na mancha urbana da cidade. Esse fato estimulou uma ação rápida de ocupação da zona oeste da capital, desequilibrando o sistema lacustre que ali existe.

Em 1988, com a abertura do garimpo no estado de Roraima, houve superávit no crescimento populacional. Por conta disso, as políticas públicas foram planejadas com o intuito de ocupar para depois estruturar e assim surgiram bairros com diferentes objetivos, mas com uma possível consequência, as ocupações em áreas vulneráveis ambientalmente.

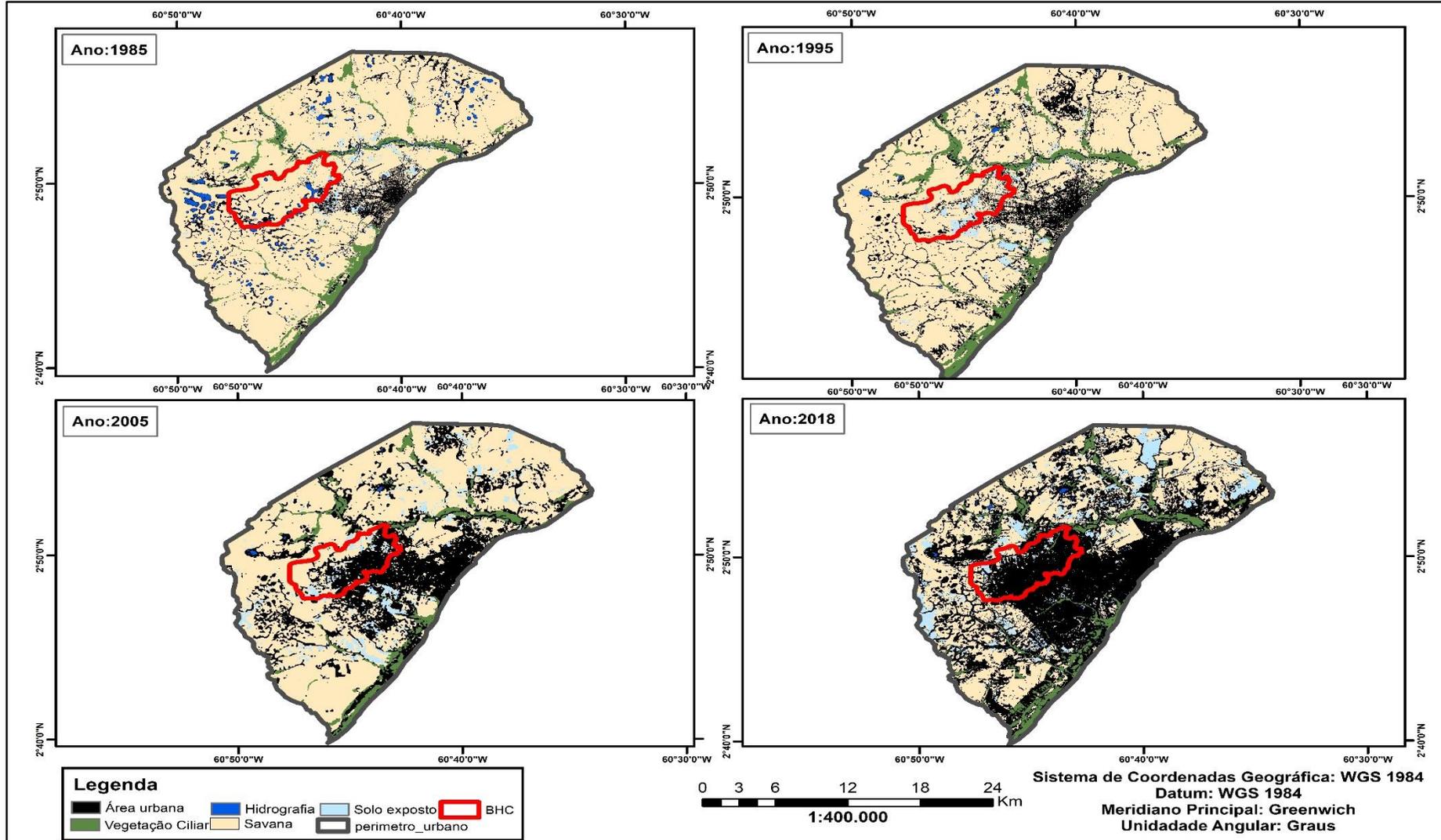
A forma do ordenamento espacial da bacia hidrográfica Caranã mostrou-se desordenada, isso é demonstrado já no primeiro ano após a criação do estado de Roraima, onde a gestão do primeiro prefeito de Boa Vista (Barac Bento 1989-1992) provocou a ocupação de áreas vulneráveis com a política de doação de lotes e criação de conjuntos habitacionais.

Como Batista (2013) menciona que durante esse processo, surgiram os bairros: Caranã, fruto de doações do governo municipal; Jardim Primavera, áreas invadidas e doadas por políticos; Santa Tereza, doação de lotes; Alvorada I, Equatorial, Caimbé, Piscicultura, Santa Luzia e Cauamé.

Nessa questão pode-se destacar a criação do bairro Cauamé, criado para abrigar a população desabrigada devido as enchentes, demonstrando um cenário oriundo de áreas ocupadas irregularmente.

Comparando a imagem de 1985 com 1995 da figura 23, observa-se que anos antes do boom populacional, existiam vários lagos que formavam o sistema lacustre na zona oeste da cidade. Contudo, com a política de ocupação implementada na gestão do prefeito Barac Bento, citado por Batista (2013), alguns lagos localizados nos bairros Jardim Primavera e Santa Tereza foram ocupados e conseqüentemente aterrados.

Figura 23- Croqui do uso e cobertura do solo de Boa Vista dos anos de 1985, 1995, 2005 e 2018 considerando a área de expansão do Plano Diretor de 2006 e a área da BHC.

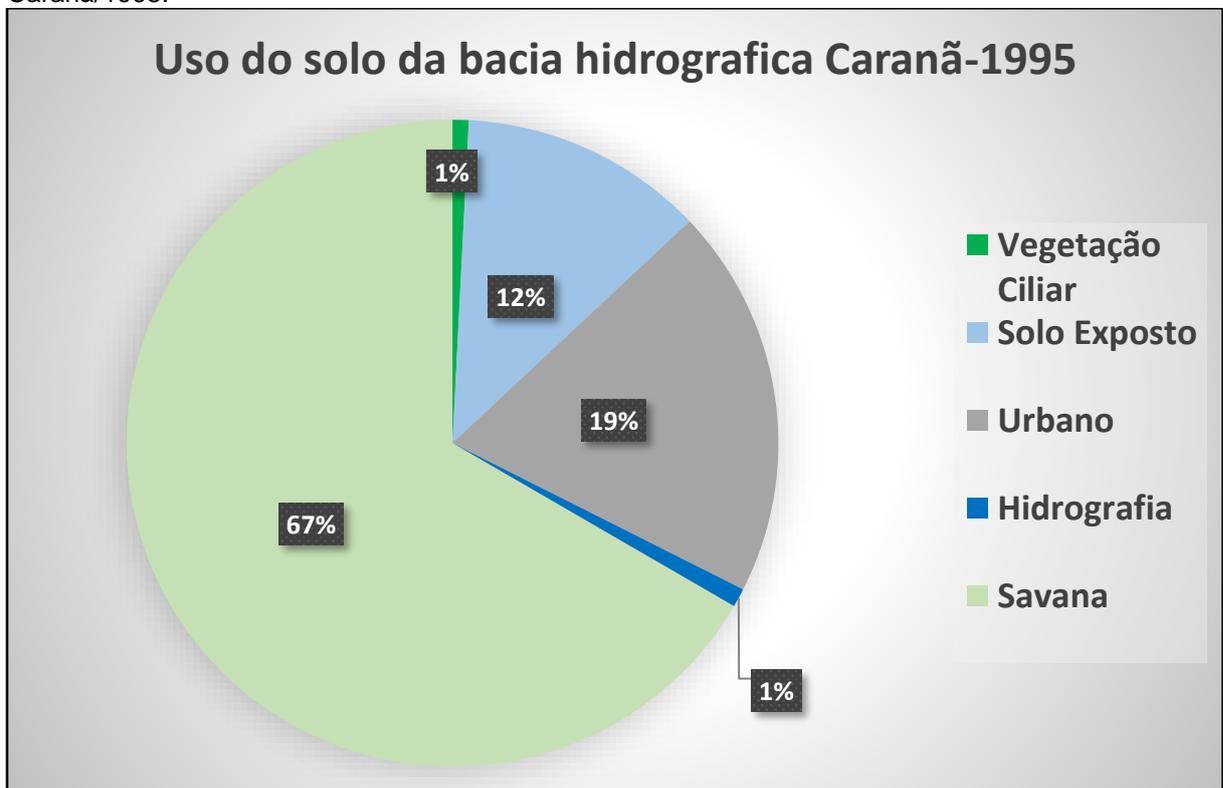


Elaboração: Santos (2019)

Esse fato é mais evidente quando foi criado um recorte da área da bacia hidrográfica Caranã na imagem supervisionada de 1985. Esse mesmo recorte demonstra que nesse mesmo ano a variável savana tinha 81% e uma densidade de 12% de área urbanizada, portanto, a BHC possuía pouca interação com a dinâmica de ocupação, mas já possuía áreas de solo exposto que culminava na porcentagem de 3%.

Entretanto, esse cenário mudou drasticamente durante o período de 1988 a 1995 como demonstra a figura 24.

Figura 24 - Gráfico da porcentagem das variáveis do uso e cobertura da bacia hidrográfica Caranã/1995.



Observa-se que durante 7 anos, as políticas de doação e criação de conjuntos habitacionais desencadou uma diminuição de 17% da savana em relação ao ano de 1985. Em paralelo a isso, a dinâmica de ocupação estimulou um aumento de 8% na variável urbana e também um aumento nas áreas expostas de 9% em relação ao ano de 1985, isso prova que as ações do agentes sociais em especial o Estado incitaram o crescimento da mancha urbana.

Outro fator que condicionou esse aumento na porcentagem da variável urbana na BHC foi durante a gestão da prefeita Tereza Surita de 1993 - 1996, que incentivou

a produção de loteamentos, bem como a prática adotada de distribuição de lotes para pessoas de baixa renda. E nessa dinâmica surgiram vários bairros na BHC, como exemplo Jardim Caranã, esse bairro de início foi uma invasão condicionada por grupos excluídos como classificado por (CORREA, 1989) e, posteriormente, foi doado por políticos em campanha eleitoral; O bairro União foi criado a partir de loteamentos feito pelos promotores imobiliários.

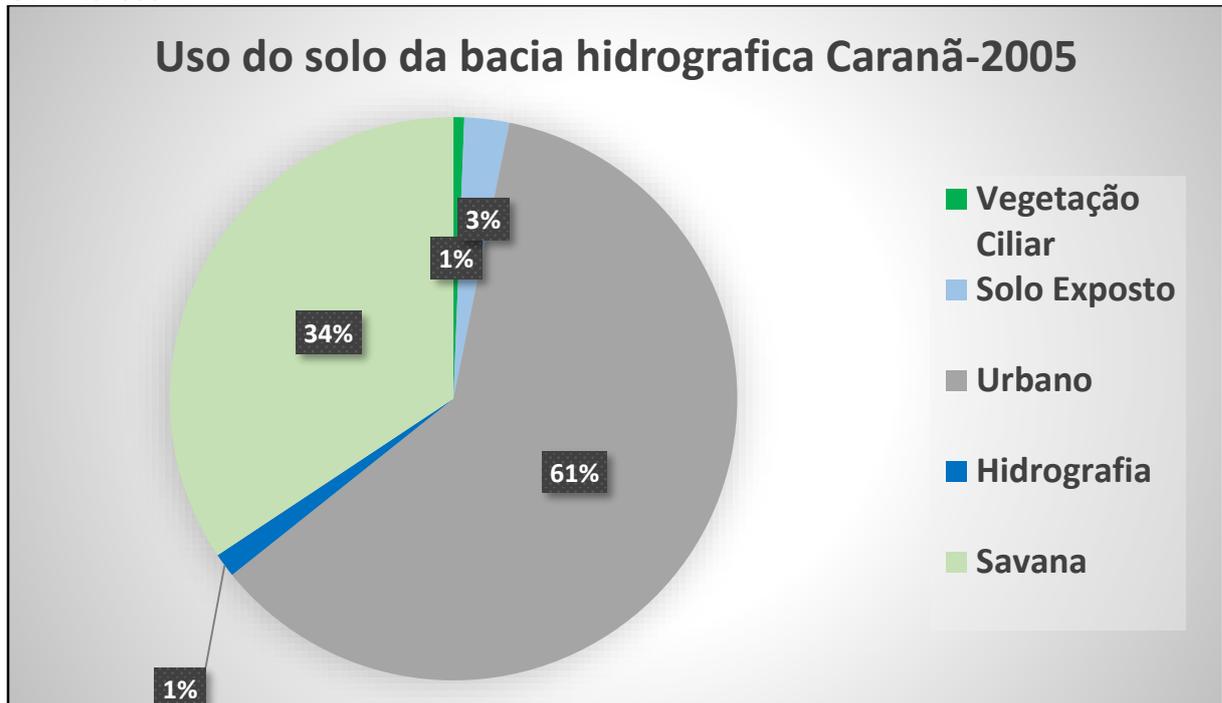
O Conjunto Alvorada II foi criado a partir de doações feitas pelo estado. Em 1993, o bairro Dr. Silvio Leite surgiu pelo processo de ocupação por partes dos grupos excluídos oriundos de outros bairros, o bairro Equatorial II com o mesmo intuito do Dr. Silvo Leite, no ano de 1995 foi criado o bairro Senador Hélio Campos com o objetivo de doar para a população de baixa renda.

Pode-se destacar que o ordenamento da bacia hidrográfica Caranã, durante o período de 1985 a 1995, foi feito por políticas de doação de lotes e conjuntos habitacionais voltados para campanhas eleitorais, ocupando locais de planície de inundação que posteriormente causaram transtornos a esses indivíduos. Outro fator importante a ser citado é a aplicação de políticas públicas na contramão dos interesses dos demais agentes sociais. Esse fato foi afirmado por Veras (2009) onde destaca que a elaboração do Plano Diretor foi feita sem consultar a população além de negligenciar à real necessidade da população.

No ano 2000, durante a gestão do prefeito Ottomar Pinto, foi criado o bairro Cidade Satélite, neste caso, os promotores imobiliários iniciaram a comercialização da margem esquerda do igarapé Caranã corpo hídrico da BHC, esse fenômeno não se preocupava com o meio ambiente e esse fato é confirmado pela diminuição de 2% para 1% da variável vegetação ao longo de 15 anos dentro da área da bacia hidrográfica Caranã.

A dinâmica de ocupação e a forma que o espaço estava sendo moldado estava estritamente ligado às ações exercidas pelos agentes sociais, e isso é observado na classificação supervisionada e o gráfico da BHC em 2005, figura 25.

Figura 25 - Gráfico da porcentagem das variáveis do uso e cobertura da bacia hidrográfica Caraná/2005.



Dentro da BHC, pode-se observar que as áreas de savana tiveram um recuo de 33% em relação ao ano de 1995. Por outro lado, o tecido urbano avançou consideravelmente, atingindo um ganho de 42% da área da bacia hidrografica caraná, além de mostra um aumento na variavel urbano sobre o solo exposto o gráfico aponta que a variavel solo exposto obteve 3%.

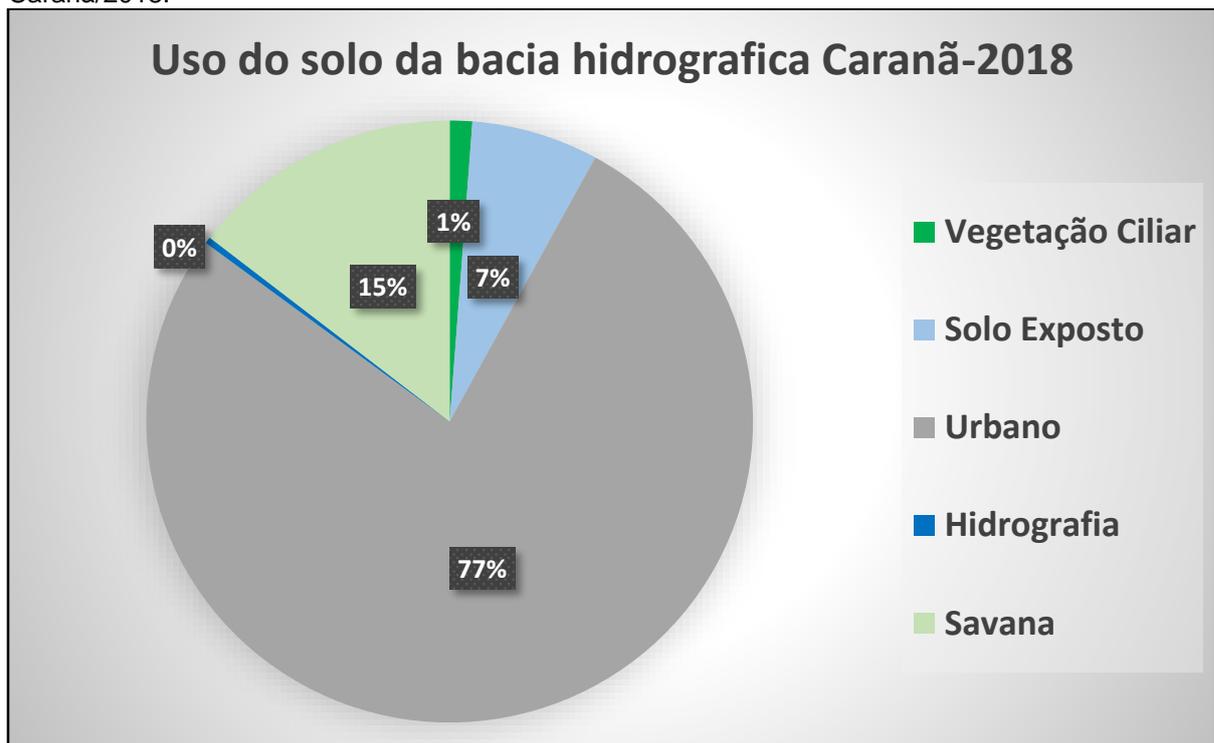
Esses números foram condicionados pelas políticas de doações de lotes administrados pela gestão da prefeita Tereza Surita. Diante disso, surgiu mais um bairro na BHC, o Conjunto Cidadão que foi originado em 2001 por doações de lotes para famílias de baixa renda. Esse conjunto tem uma importância no ordenamento da BHC, pelo fato do mesmo estar localizado próximo às principais nascentes do igarapé Caraná.

Em um primeiro momento, esse sistema lacustre é composto por vários lagos que variam de 1,0 a 1,5 metros de diâmetros em média (SIMÕES FILHO et al., 1997), alguns sazonais outros permanentes, isso levanta a questão das problemáticas causadas pelas cheias em planícies de lagos. Mesmo aterrando essas áreas, nos períodos chuvosos, fazem com que a água oriunda do lençol freático pouco profundo (em média 6,3 metros de profundidade durante o período de estiagem em alguns

pontos podem chegar a 1,35 metros) aflore podendo ocasionar um escoamento superficial criando pontos de alagamento.

A análise das mudanças espaciais no ordenamento da BHC é o início para entender as alterações físicas da área da bacia, bem como, as ações dos agentes sociais no processo de ordenamento. Para demonstrar esses eventos, a figura 26 esboça esses dados para análise.

Figura 26 - Gráfico da porcentagem das variáveis do uso e cobertura da bacia hidrográfica Caranã/2018.



Pode-se observar que ocorreu um aumento de 16% da variável urbana em relação ao ano de 2005, esse crescimento está à frente às demais variáveis estudadas, como a variável savana sofreu um recuo de 20%, a variável solo exposto teve um aumento de 4% devido a existências de vários loteamentos na BHC oriundos da especulação imobiliária, a variável hidrografia se manteve abaixo de 1%, mesmo com os dados melhorados pela resolução de 15m oferecido pelo landsat 8 sensor OLI.

Observou-se o aumento de 1% da variável Vegetação em relação à classificação supervisionada de 2005. Isso é remetido ao fato que grandes áreas de matas ciliares ao longo da BHC foram retiradas pelas ocupações irregulares, estimulando uma proliferação da vegetação secundária de pequeno, médio e grande porte, confirmando a tese de que uma grande porcentagem das matas ciliares foi substituída, como afirmado por Araújo Junior (2016).

Diante da porcentagem de 73% da área da BHC formarem a macha urbana da cidade, alguns fatos devem ser analisados. De início, é importante destacar a gestão da prefeitura de 2007 a 2012, pelo fato de suas ações estimularem a dinâmica de ocupação na zona oeste da cidade. Para essa questão, pode-se descartar a criação do bairro Murilo Teixeira Cidade Cidade em 2006, originado a partir do desmembramento de outros bairros e que por fim foi doado por políticos e loteados através de promotores imobiliários.

Nesse caso, é importante observar o início da ocupação da margem esquerda, onde antes só existiam chácaras e fazendas. No mesmo ano também foi criado o bairro Laura Moreira fruto de doações de políticos para campanhas eleitorais e depois comercializado por promotores imobiliários. A localização desse bairro é um ponto importante, pelo fato do mesmo estar localizado exatamente no sistema de lagos e nascentes que alimentam o corpo hídrico da bacia hidrográfica Caranã.

Mesmo com a vigência do Plano Diretor de 2006, as políticas de doação de lotes continuaram a ser práticas, sem o norteamento das leis do uso do solo e isso implicou no aumento do tecido urbano na direção oeste sem as condições adequadas de infraestrutura.

Durante a gestão do prefeito Iradilson Sampaio, entre 2009 a 2012 foram criadas políticas públicas voltadas para os grupos excluídos. Diante disso, surgiu o conjunto habitacional Cruviana em 2010, o qual foi criado através do convênio prefeitura e Caixa Econômica Federal, como Batista (2013) relata, esse bairro teve o objetivo de diminuir a desigualdade social. Mas, todo o planejamento estava em paralelo à comercialização de materiais de construção, serviços e benefícios eleitorais.

Por outro lado, o mais importante a ser analisado é sua localização pelo motivo de ser densamente povoado próximo ao sistema lacustre da zona oeste de Boa Vista, figura 27.

Figura 27 - Imagem da zona oeste de Boa Vista onde fica localizado as nascentes do corpo hídrico principal da BHC.



Fonte: Caleffi (2018).

Isso se tornou uma preocupação pela questão da ocupação em áreas de planície de inundação de lagos e do principal curso d'água, além dos pontos de alagamentos oriundos do aterramento e do lençol freático pouco profundo.

Atividades como o vazamento de esgoto sanitário, deposição de lixo na margem de lagos, retirada da mata ciliar, entre outras problemáticas ambientais, podem causar danos a esse sistema lacustre da zona oeste de Boa Vista.

O ordenamento espacial da bacia hidrográfica Caranã demonstrou dois aspectos importante, ou seja, duas linhas paralelas de tendência para a ocupação do espaço da BHC. O primeiro é a continuação do decido urbano na direção da zona o Oeste, estrangulando mais ainda as nascentes do igarapé Caranã como demonstrado na figura 28 e 29.

Figura 28 - imagem panorâmica da região do sistema lacustre da zona oeste de Boa Vista, conjunto habitacional Cruviana a direita e loteamento privado a esquerda, ambos próximo as nascentes da BHC.



Fonte: Caleffi (2018).

Figura 29 - Imagem panorâmica loteamento privado da margem esquerda do corpo hídrico principal da BHC,



Fonte: Caleffi (2018).

A dinâmica de ocupação iniciada na margem esquerda do corpo hídrico da BHC, foi cadenciado por promotores imobiliários através de loteamentos privados. Pode-se observar um processo de ocupação na margem esquerda encabeçada pela especulação imobiliária, podendo trazer danos ao sistema protetor do corpo hídrico, que são a matas ciliares. Do outro, esse processo pode levar transtornos as pessoas

que ocuparem essa margem por se tratar de um local com inclinação baixo. Tal fato será melhor explorado no próximo capítulo onde essa variável se relacionará com eventos de inundação e áreas vulneráveis.

4. 2 DELIMITAÇÃO DA VULNERABILIDADE FÍSICA: ASPECTOS FÍSICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA CARANÃ

A cidade de Boa Vista surgiu a partir da margem direita do Rio Branco. Esse tipo de característica é de fato visto no Brasil, entretanto, existem peculiaridades envolvido na localização da Cidade de Boa Vista. No primeiro momento, a cidade está localizada à margem de um Rio Branco, suas atividades giram em torno do corpo hídrico.

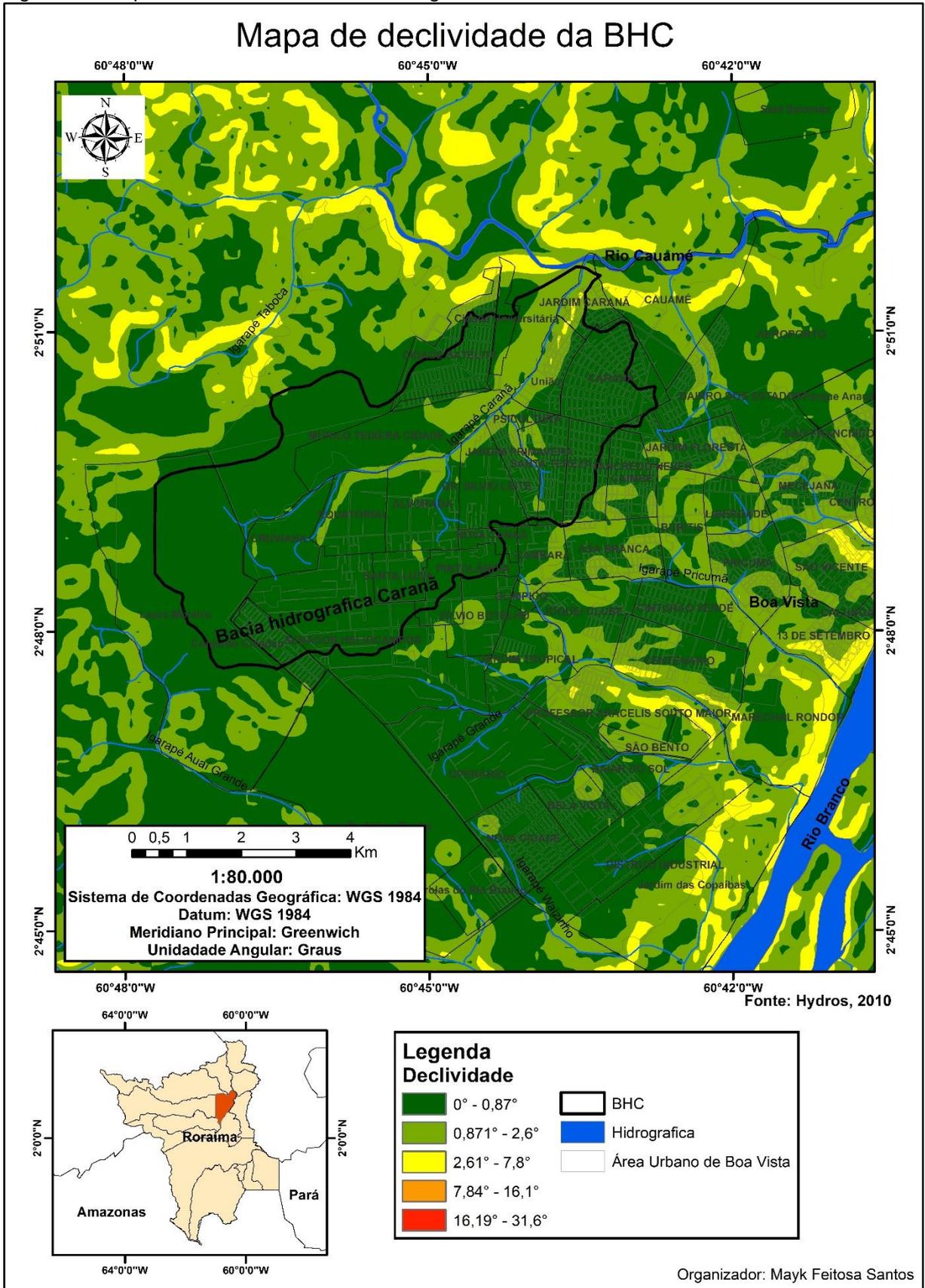
Por outro lado, essa mesma simbiose entre o social e físico também proporciona pontos negativos, e isso acontece quando os agentes sociais não respeitam os limites impostos pela natureza (planície de inundação), exemplo disso são os eventos de inundação e alagamentos.

Outro fator importante é a rugosidade do terreno que está envolto a cidade de Boa Vista. De acordo com Beserra Neta e Tavares Júnior (2008), Boa Vista está localizada no domínio morfoestrutural do Pediplano Rio Branco – Rio Negro. Tal fato caracteriza essa área como uma superfície aplainada de altitudes baixas, essa individualidade favorece muito os fenômenos de retenção e estagnação das águas ocasionadas pelas cheias das planícies de inundação afirmado por Araújo Júnior (2016).

Essas características supracitadas são pontos que devem ser considerados na análise da inundação que, neste caso, é o risco de inundação e também as suas consequências para o surgimento de áreas vulneráveis ambientalmente. Para essa questão, é necessário analisar diferentes variáveis físicas, como a declividade, altimetria e limite da área de inundação. Assim, é possível analisar essas prováveis áreas vulneráveis na bacia hidrográfica Caranã.

Na análise da vulnerabilidade física, foi necessário examinar os aspectos físicos da bacia hidrográfica Caranã, como a declividade do terreno, podendo determinar o alcance e a intensidade do perigo de inundação, intensidade do perigo condicionada ao grau de vulnerabilidade sentida pelos indivíduos vulneráveis da BHC. Portanto, a figura 30 explana a inclinação do terreno na bacia.

Figura 30 - Mapa da declividade da Bacia Hidrográfica Caraná.



Pode-se observar no mapa uma predominância 0 a 0,8 no grau de inclinação na bacia hidrográfica Caranã. Nesse caso, é importante destacar que essa inclinação envolve quase todo o corpo hídrico da BHC, tirando uma longa faixa ao redor o igarapé, que vai desde a nascente até a foz que detém um grau de 0,8 a 2,6 de inclinação. Por fim, foi observada uma pequena extensão, que vai do bairro União até o jardim Caranã, mais precisamente na margem direita do corpo hídrico, esta pequena área possui uma inclinação de 2,61°.

Esses dados podem ser melhor analisados em comparação com o quadro de declividade da EMBRAPA (1979), figura 31.

Figura 31 - Quadro da classificação da declividade.

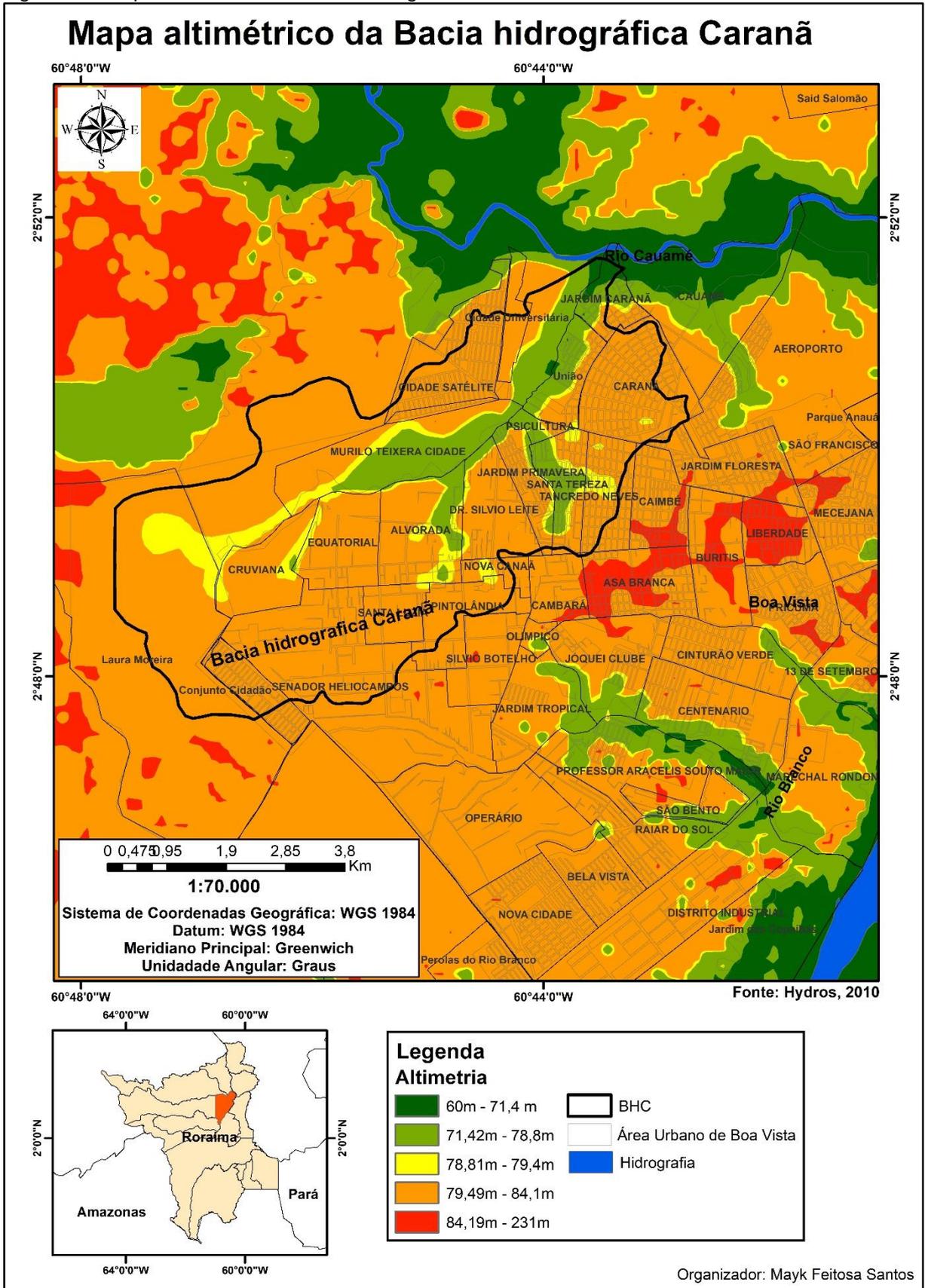
Declividade (graus)	Discriminação
0 – 3	Relevo plano
3 – 8	Relevo suave ondulado
8 – 20	Relevo ondulado
20 – 45	Relevo forte ondulado
45 – 75	Relevo montanhoso
>75	Relevo forte montanhoso

Fonte: EMBRAPA (1979).

Com base na classificação da EMBRAPA, toda a bacia hidrográfica Caranã possui uma inclinação de no máximo 3° correspondendo a um relevo plano. Diante dessa informação, um relevo plano tende a potencializar o perigo que, neste caso, é a inundação. Isso acontece quando o corpo hídrico ultrapassa o leito menor atingido a planície de inundação. Com o grau de inclinação menor, essa área tende a aumentar a extensão atingida pela inundação, pelo fato de não existir uma rugosidade no terreno para diminuir o alcance da inundação.

A segunda variável tem um grau de importância inferior à declividade, mas o seu valor também influencia diretamente na área que pode ser atingida pela inundação. Determinados locais à altimetria da cidade de Boa Vista têm uma variação pouco acentuada como demonstra a figura 32.

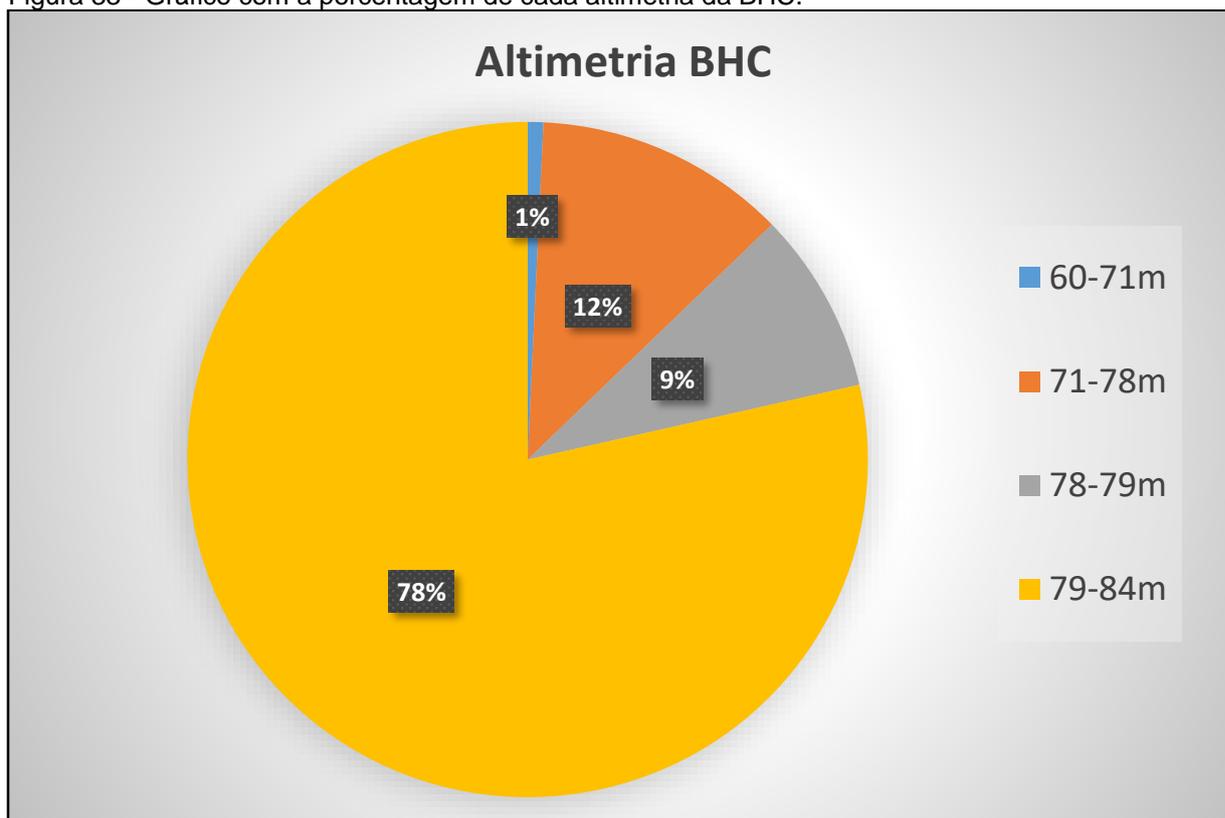
Figura 32 - Mapa da Altimetria da bacia hidrográfica Caranã



Elaboração: Santos (2018).

Na Cidade de Boa Vista, a altimetria não tem uma variação muito alta, a rugosidade do terreno altera de 60 a 110 metros. Isso caracteriza a região que está inserida Boa Vista como uma superfície aplainada. Por outro lado, a bacia hidrográfica Caranã possui uma variação ainda menor em sua topografia, como demonstra o mapa é a figura 33.

Figura 33 - Gráfico com a porcentagem de cada altimetria da BHC.



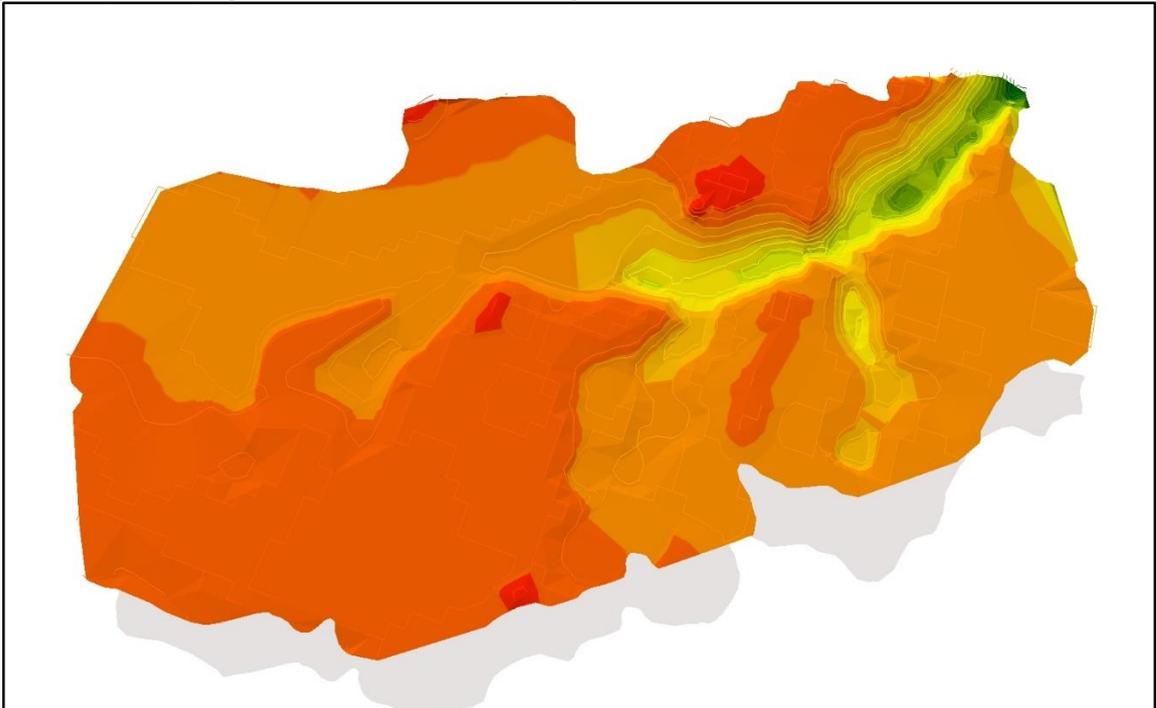
Observa-se que na bacia hidrográfica Caranã, 78% da área é situada em uma altitude de 79 a 84 metros. Isso corresponde às áreas próximas à borda da bacia e às áreas de lagos e nascentes do corpo hídrico, 9% do total da bacia estão na altitude de 78 metros, enquanto que 12% da área da BHC se encontram na altitude de 71 a 78m. Essa altitude já engloba algumas áreas localizadas na margem esquerda do igarapé Caranã com um grande potencial de inundação devido sua declividade ser abaixo de 1° de inclinação.

O gráfico demonstra que 1% da área da bacia que está na altimetria de 60 a 71 metros, em termos de diferenciação altimétrica em um terreno quase não possui importância em se tratando do relevo, mas considerando essa diferença de 10 metros com base na altura atingida pela inundação de 2011, esse resultado passa ser

importante na análise da vulnerabilidade física da bacia hidrográfica Caranã, pelo fato de estar na área de atuação direta da inundação com base no período de retorno de 43 anos, podendo ter a probabilidade de ultrapassar a área atuante da inundação com base no tempo de retorno de 50 ou 100 anos.

Observa-se que essa faixa altimétrica compreende a uma área que fica localizada no bairro União e a outra fica situada na foz do igarapé Caranã mais precisamente no bairro Jardim Caranã como demonstra a figura 34.

Figura 34 - perfil topográfico em 2D da bacia hidrográfica Caranã



Analisando essas informações, é importante destacar que algumas partes da BHC com altimetria baixa sofrem com o risco de inundação, isto se confirmou durante o evento de cheia histórica de 2011 em Boa Vista. O episódio fez com que o nível do Rio Branco atingisse a altimetria de 66,43 represando os corpos hídricos que deságuam nele, figura 35.

Figura 35 - Imagem do bairro Jardim Caranã, acesso a foz do Igarapé Caranã, cheia extraordinária de 2017 atingido a planície de inundação da BHC.



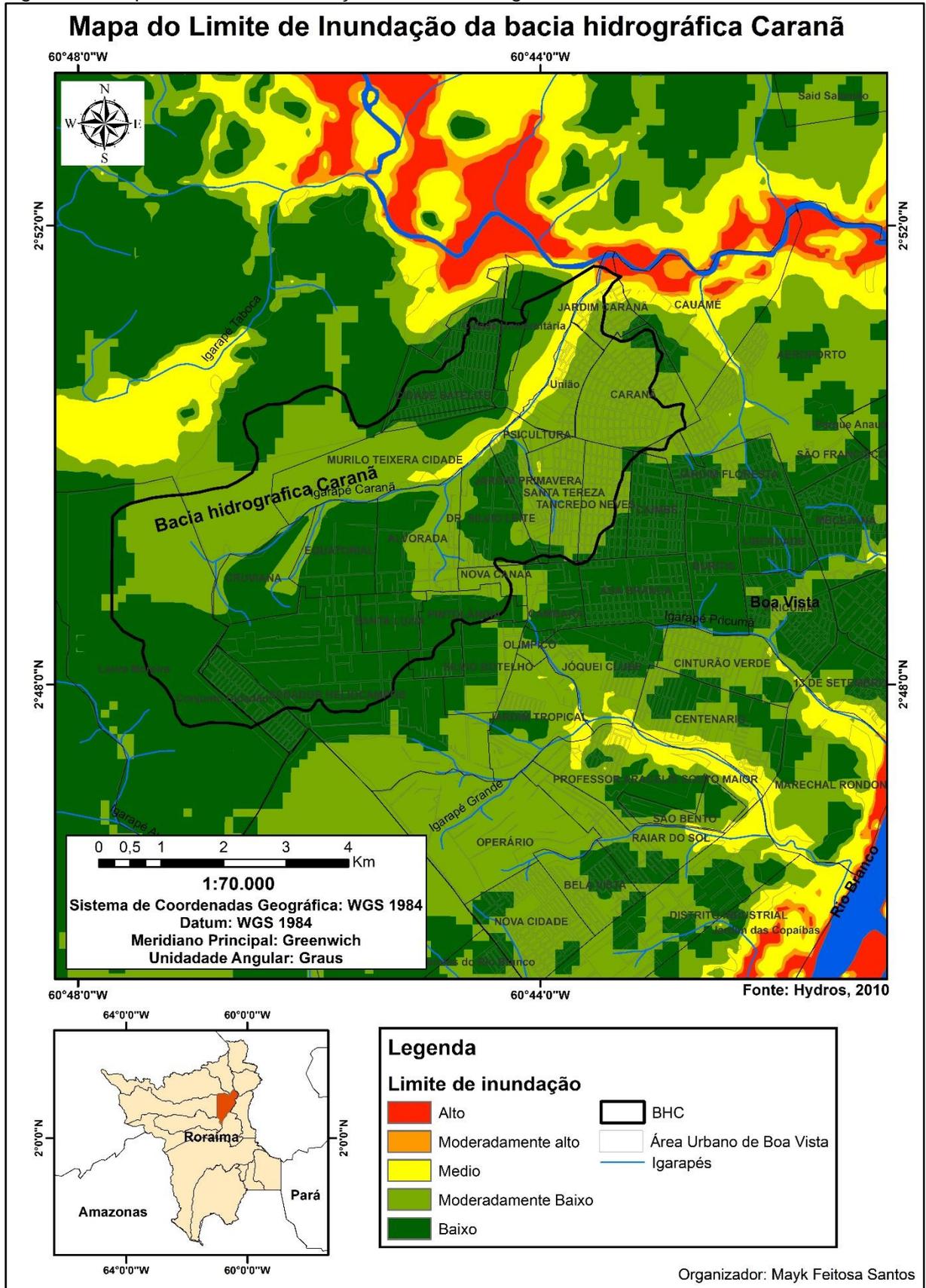
Fotografia: Santos (2018).

Áreas que estavam na cota de 66 metros foram atingidas pela inundação. Diante disso, a variável altimetria determina até que ponto o evento de cheia atingiu o perímetro urbano tornando essas áreas um lugar vulnerável fisicamente.

Após os eventos de cheia de 2011, Sander et al (2012) em sua análise, com base nos dados das réguas limnimétricas obtidas pela companhia de Águas e Esgoto de Roraima (CAER), que o Rio Branco pode atingir cotas de até 66 metros com um tempo de retorno de 42 anos.

Nesse período, o Rio Branco atingiu cotas limnimétricas de 10,28 metros acima do nível médio, essa informação foi relacionada com os dados altimétricos da BHC para gerar o mapa de limite de inundação demonstrado na figura 36.

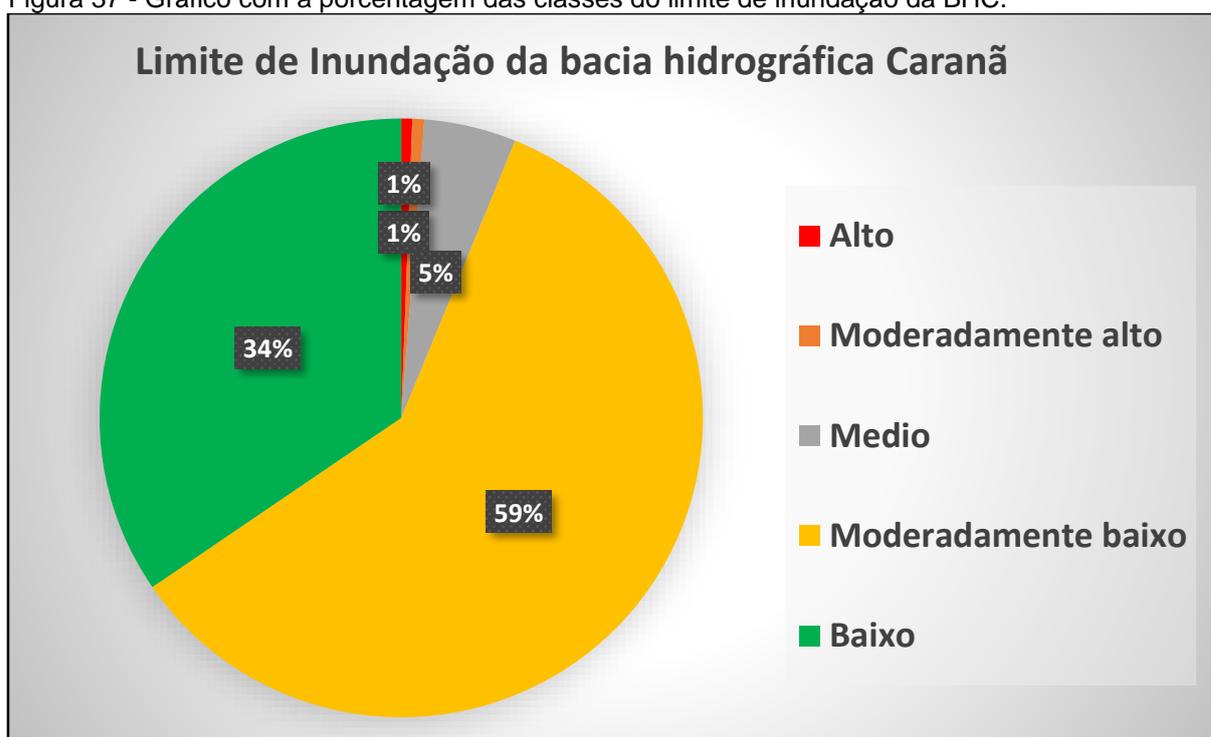
Figura 36 - Mapa do Limite de Inundação da Bacia Hidrográfica Caraná.



Observa-se que poucas áreas da bacia hidrográfica Caranã estão dentro do perímetro com o limite de inundação alta, esse perímetro da bacia detém 1% de toda a BHC, isso é visto também nas áreas de limite moderadamente alto.

Vale destacar que esses perímetros foram atingidos pelo evento de cheia de 2011, 5% estão na faixa média, enquanto 59% do total da BHC permanecem na faixa moderadamente baixa, de acordo com a figura 37.

Figura 37 - Gráfico com a porcentagem das classes do limite de inundação da BHC.



As informações reveladas pelo mapa de limite de inundação determinaram até aonde os efeitos do perigo de inundação pode alcançar com base no período de retorno de 43 anos.

A magnitude do perigo foi tão alta em 2011 que mesmo sendo uma bacia com altimetria mais alta, alguns bairros sofreram com a inundação, a exemplo, do bairro Jardim Caranã, localizado próximo da foz do igarapé Caranã, e o Jardim Primavera, localizado no médio curso do igarapé Caranã.

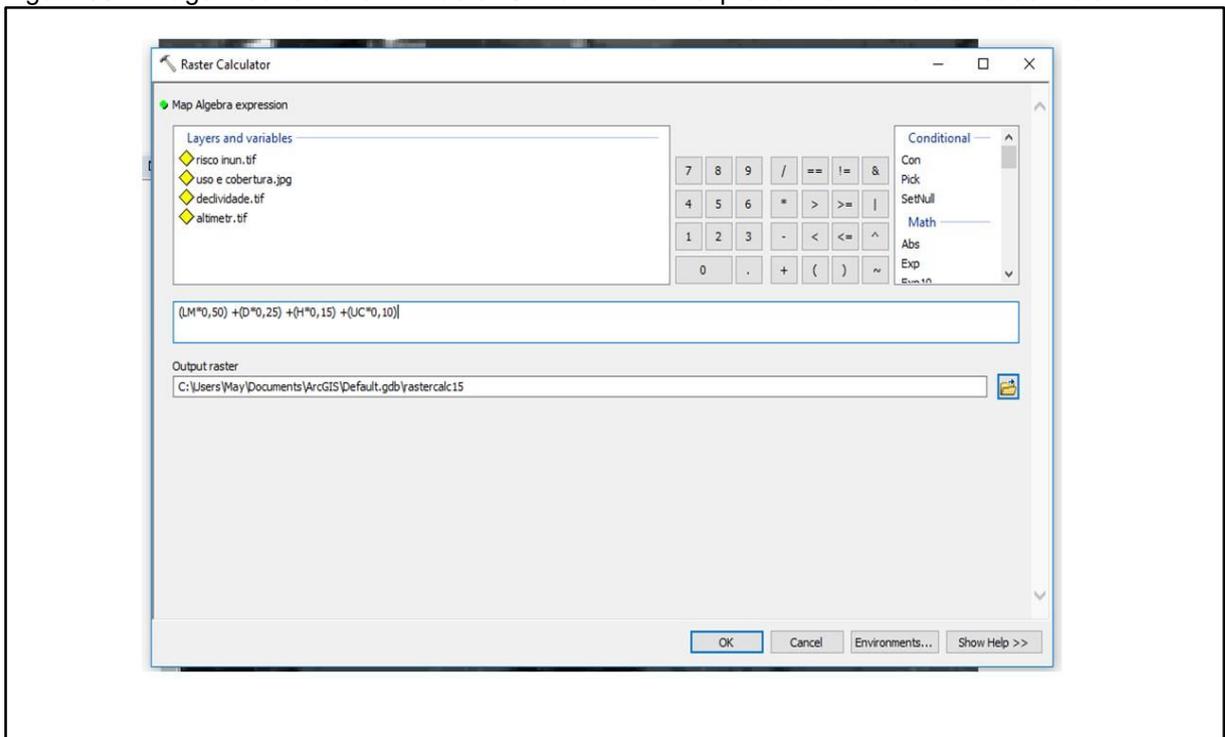
Segundo Araújo Júnior (2016), 27% da área de expansão determinada pelo Plano Diretor de 2006 estão situados em um espaço com alto risco de inundação, considerando grande parte do perímetro urbano de Boa Vista, engloba também a área da Bacia hidrográfica Caranã por estar em uma área com baixa altimetria e inclinação

de 0 a 3 graus. Diante disso, os dados do limite de inundação, abrem espaço para analisar as possíveis áreas com vulnerabilidade física, pelo fato da atuação do perigo exercer peso maior na delimitação. Portanto, a relação das variáveis declividade, altimetria, uso e cobertura e limite de inundação revelaram as possíveis áreas vulneráveis fisicamente.

As quatro variáveis foram apresentadas com suas respectivas influências no surgimento de áreas vulneráveis. As variáveis foram classificadas pelo seu grau de importância.

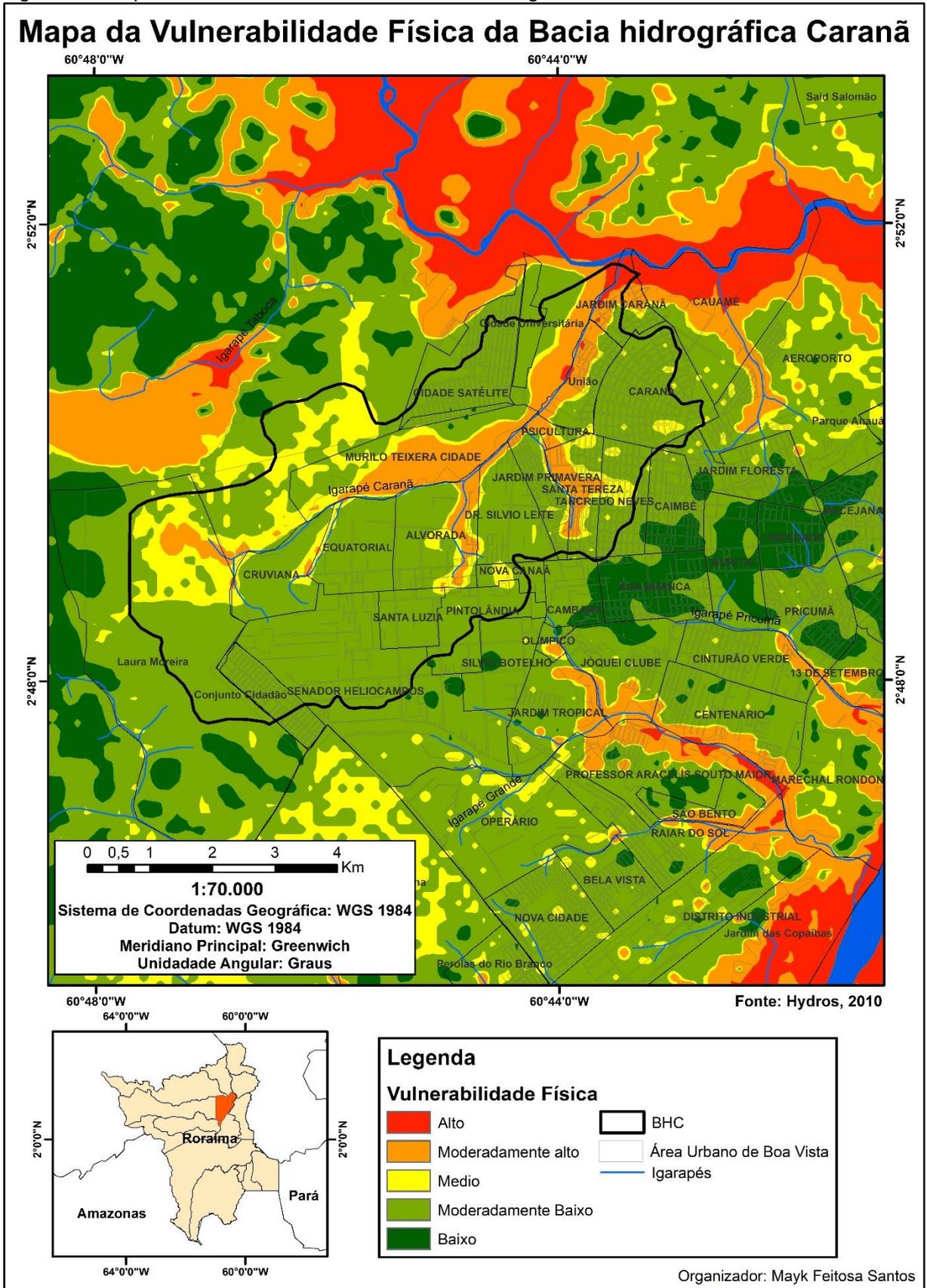
A variável limite de inundação foi atribuído o peso de 0,50%; já a variável declividade ficou com 0,25%; para a variável altimetria foi atribuído o peso 0,15%; e o uso do solo foi atribuído a importância de 0,10%. Diante do exposto, a expressão: $[(LM*0,50) + (D*0,25) + (H*0,15) + (UC*0,10) = 1]$ no software ArcGis 10.3 ficou da seguinte forma como demonstra a figura 38.

Figura 38 - Imagem da ferramenta *Raster Calculator* com expressão da vulnerabilidade Física.



Essa expressão foi aplicada no ArGis 10.3 com o auxílio da ferramenta *Raster Calculator* para delimitar a vulnerabilidade física da bacia hidrográfica Caranã demonstrada na figura 39.

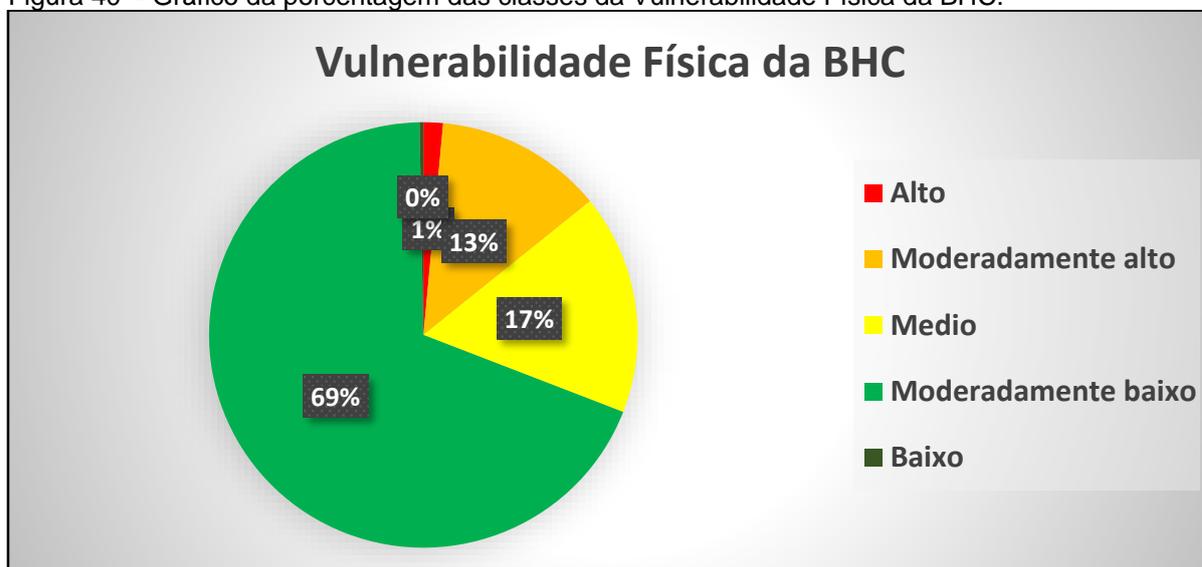
Figura 39 - Mapa da Vulnerabilidade Física da Bacia Hidrográfica Caranã.



A aplicação dos pesos para elaboração do mapa de vulnerabilidade física se mostrou eficaz na integração de elementos físicos (declividade, altimetria, limite de inundação) e dados sociais, com o uso e cobertura. Na análise da vulnerabilidade física da bacia hidrográfica Caranã, a análise demonstrou que 1% da área está posta em um grau alto de vulnerabilidade, são as áreas próximas da foz compreendendo os bairros jardim Caranã, Caranã e União.

Nota-se que esses mesmos bairros foram atingidos com grande intensidade pelo evento de cheia de 2011, pelo fato de estarem em uma altimetria de 60 a 66m, ou seja, cota máxima atingida pela inundação com o tempo de retorno de 42 anos, como demonstra a figura 30.

Figura 40 - Gráfico da porcentagem das classes da Vulnerabilidade Física da BHC.



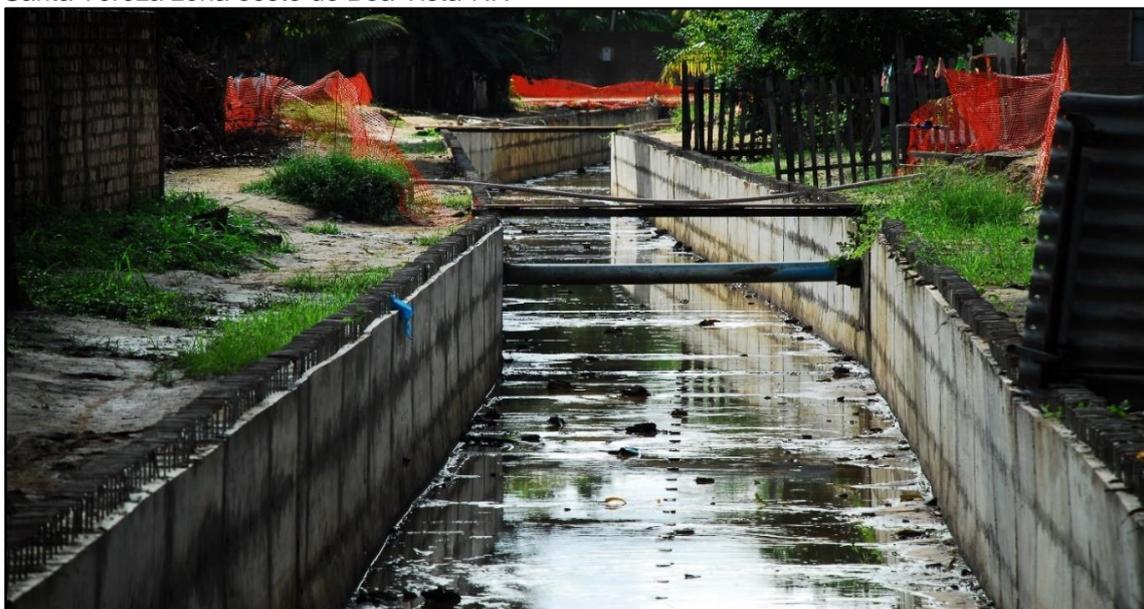
Logo depois, temos 13% da área da bacia pertencente à categoria moderadamente alta. Observa-se que esse perímetro envolve uma grande área do corpo híbrido, esse fato demonstra um local que está sendo loteado com pouca ocupação. Mas, por conta dos seus aspectos físicos, demonstra ser uma área com alto grau de vulnerabilidade, essa área é a margem esquerda do igarapé Caranã. A razão por essa margem possuir a vulnerabilidade física moderadamente alta é pelo fato da mesma ter uma altimetria próxima ao limite de inundação. Portanto, em um período de retorno de até 100 anos, essas áreas podem sofrer com inundação futuras. Outro fator a ser explorado é sua declividade, como visto no mapa de declividade, essa área possui uma inclinação 0° a 1°, isso de fato potencializa o alcance da inundação.

Além dos dois fatores mencionados, também existe a questão do perímetro urbano estar inserido nessa área de vulnerabilidade modernamente alta. Enquanto na margem esquerda do corpo hídrico, o processo de ocupação ainda é tímido, a margem direita já possuía sua dinâmica de ocupação consolidada. Esse fato torna esse local urbanizado passível a eventos de inundação devido a retirada da mata ciliar que tem como efeito a erosão do canal aumentado à deposição de sedimento no fundo causando a diminuição da profundidade do canal.

Quando esse fenômeno acontece, o poder de alcance do evento extraordinário é maior, afeta não só o local onde o fenômeno incide, mas também todo o sistema do corpo hídrico, modificando as três partes da bacia hidrográfica Caranã, ou seja, as áreas de nascentes, o médio curso e a foz da BHC.

Estruturas como o asfalto, canalização e calçadas tendem a diminuir o poder de infiltração do solo, o que implica no surgimento do escoamento superficial figura 41, fenômeno esse que é extremamente poderoso por aumentar a carga hídrica do igarapé a um ponto que o canal não consegue suportar esse volume e transborda a suas margens, configurando um evento de enchente. Tal fator é associado com a declividade abaixo de 3° de inclinação, com a superfície plana, mas o lençol freático (pouco profundo) habilita essa área como moderadamente alto.

Figura 41 - Imagem da Canalização do afluente do corpo hídrico da BHC em 2009 localizado no bairro Santa Tereza zona oeste de Boa Vista-RR



Projeto Hydros –Programa Petrobras Ambiental (2009).

Pode-se destacar que a área moderadamente alta compreende os bairros Jardim Caranã, Caranã, Cauamé, Murilo Teixeira Cidade, União, Alvorada, Santa

Tereza, Primavera, Piscicultura, Silvio Leite, uma parte do Equatorial e o Criviana. Nota-se que esses bairros estão próximos aos corpos hídricos da BHC que, por sua vez, ficam próximos ao limite de inundação da bacia com base no tempo de retorno de 42 anos.

O mapa de vulnerabilidade física demonstra que 17% da bacia hidrográfica Caranã está contida na classe de vulnerabilidade média. Para essa questão, é importante destacar a área que incide essa classe tem uma distância que varia de 50 a 100 metros da classe vulnerabilidade moderadamente alta, ou seja, a altimetria e declividade e o perímetro urbano influenciaram no grau de vulnerabilidade. Entretanto, a distância do corpo hídrico configurou essa como grau médio.

A classe de vulnerabilidade média compreende todos os bairros supracitados, incluído agora o bairro Laura Moreira Cidade e o bairro Senador Hélio Campos. Diante dessa informação, essa área mesmo sendo grau médio, pode ter um impacto maior na força da inundação ou para essa área específica, pontos de alagamentos, figura 42.

Figura 42 - Imagem panorâmica da zona oeste de Boa Vista-RR, proximidade da área urbana das nascentes do corpo hídrico principal da BHC.



Fonte: Caleffi (2018).

Observa-se na imagem onde se encontra a classe de vulnerabilidade física média, fica exatamente na área de nascentes do igarapé Caranã, uma área plana com declividade de 0 a 2° e com o seu processo de urbanização avançada. A grande questão é que nessa área vem ocorrendo um processo severo de ocupação que estrangula esse sistema de nascentes. De acordo com Veras e Souza (2012), essas

áreas foram aterradas para resolver os problemas de alagamentos que aconteciam no período chuvoso.

Entretanto, esse aplainamento e impermeabilização do local contribuem para o escoamento superficial, aumentando a carga de sedimento no canal, conseqüentemente potencializando o fluxo de água no igarapé e o tornando local com vulnerabilidade física média, podendo até futuramente ser considerado como moderadamente alto caso essa dinâmica de ocupação continue.

Por outro lado, 69% do total da área da BHC estão na classe moderadamente baixo, isso significa que uma grande área da bacia, afastada do corpo hídrico, tem um grau de vulnerabilidade física baixa diante de eventos de cheias e essas áreas serão afetadas com pouca intensidade pelo perigo.

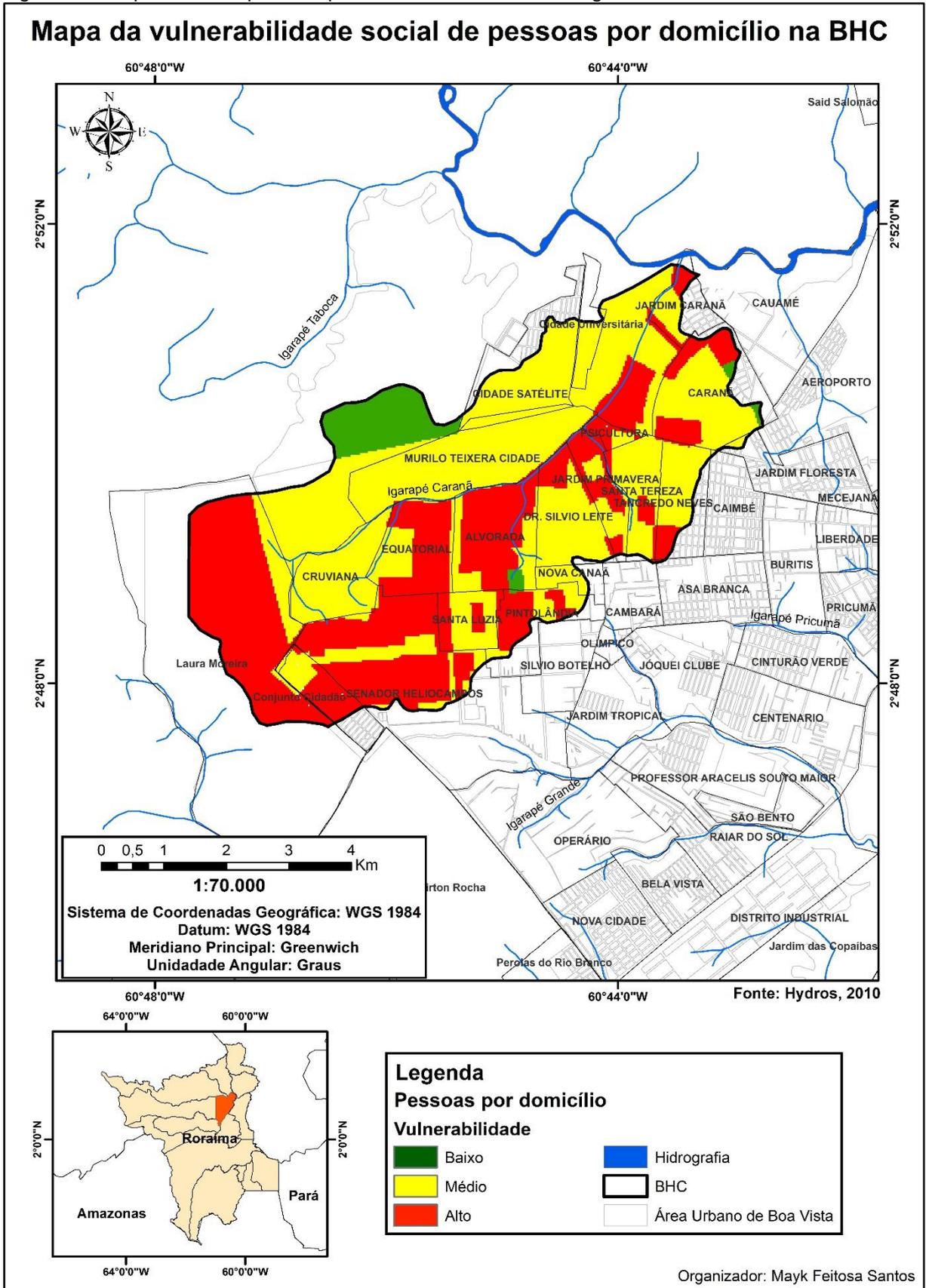
4.3 VULNERABILIDADE SOCIAL NA DELIMITAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS NA BACIA HIDROGRÁFICA CARANÃ

A vulnerabilidade está inserida nas mais diversas áreas do conhecimento, a exemplo, da medicina (vulneráveis a doenças) e segurança (locais vulneráveis ao crime organizado). Contudo, a vulnerabilidade social é um assunto muito complexo que envolve diferentes status que um indivíduo pode se encaixar.

Dentro da análise da vulnerabilidade social, podem ser citadas algumas categorias a fim de entender o quanto esse indivíduo está vulnerável. Nessa avaliação, foram adotadas as categorias renda per capita, escolaridade, faixa etária, gênero, tipo de residência e pessoas por residência. Essas categorias determinam a forma que os agentes sociais lidam com os efeitos do perigo que nesse caso é a inundação.

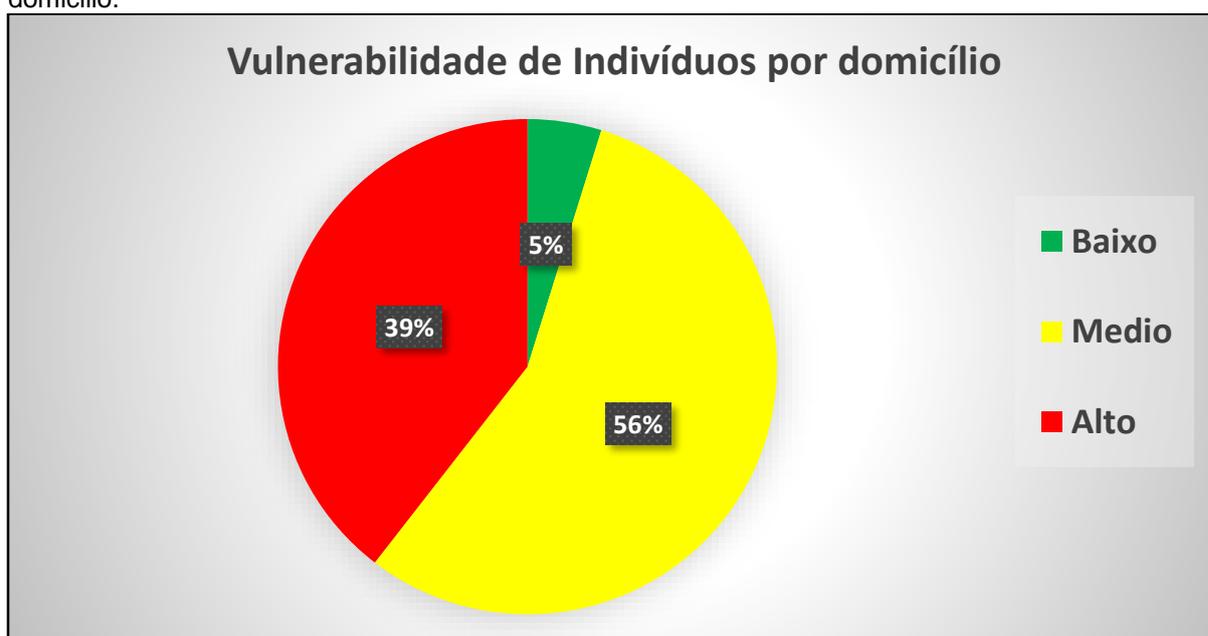
A bacia hidrográfica Caranã é a bacia mais populosa da cidade de Boa Vista, um local que foi moldado pela dinâmica dos agentes sociais ao longo de vários anos de produção do espaço, portanto uma excelente área de estudo da vulnerabilidade social. Para entender a vulnerabilidade social da BHC, é necessário analisar as variáveis individualmente, começando com a variável pessoas por residência demonstrada na figura 43. Com as informações do censo de 2010, foi possível aplicar a técnica usada por Lavinhas (2013), que utiliza uma média aritmética simples para determinar as classes e compará-las com os programas da Nações Unidas para o Desenvolvimento. Essa análise foi aplicada nos dados de toda a área da bacia hidrográfica Caranã.

Figura 43 - Mapa social de pessoas por domicílios da Bacia Hidrográfica Caranã.



Observa-se que em 5% do total da bacia estão localizados os domicílios de 1 a 2 indivíduos. Para essas análises, os domicílios são considerados locais com baixo grau de vulnerabilidade, isso se confirma pelo fato da quantidade de pessoa na residência, quanto menor é o número de pessoas, menos indivíduos são expostos ao perigo de inundação. Os locais de vulnerabilidade baixa foram observados nos bairros Caranã, Aeroporto e Alvorada, figura 44.

Figura 44 - Gráfico da porcentagem da vulnerabilidade com base na quantidade de pessoas por domicílio.

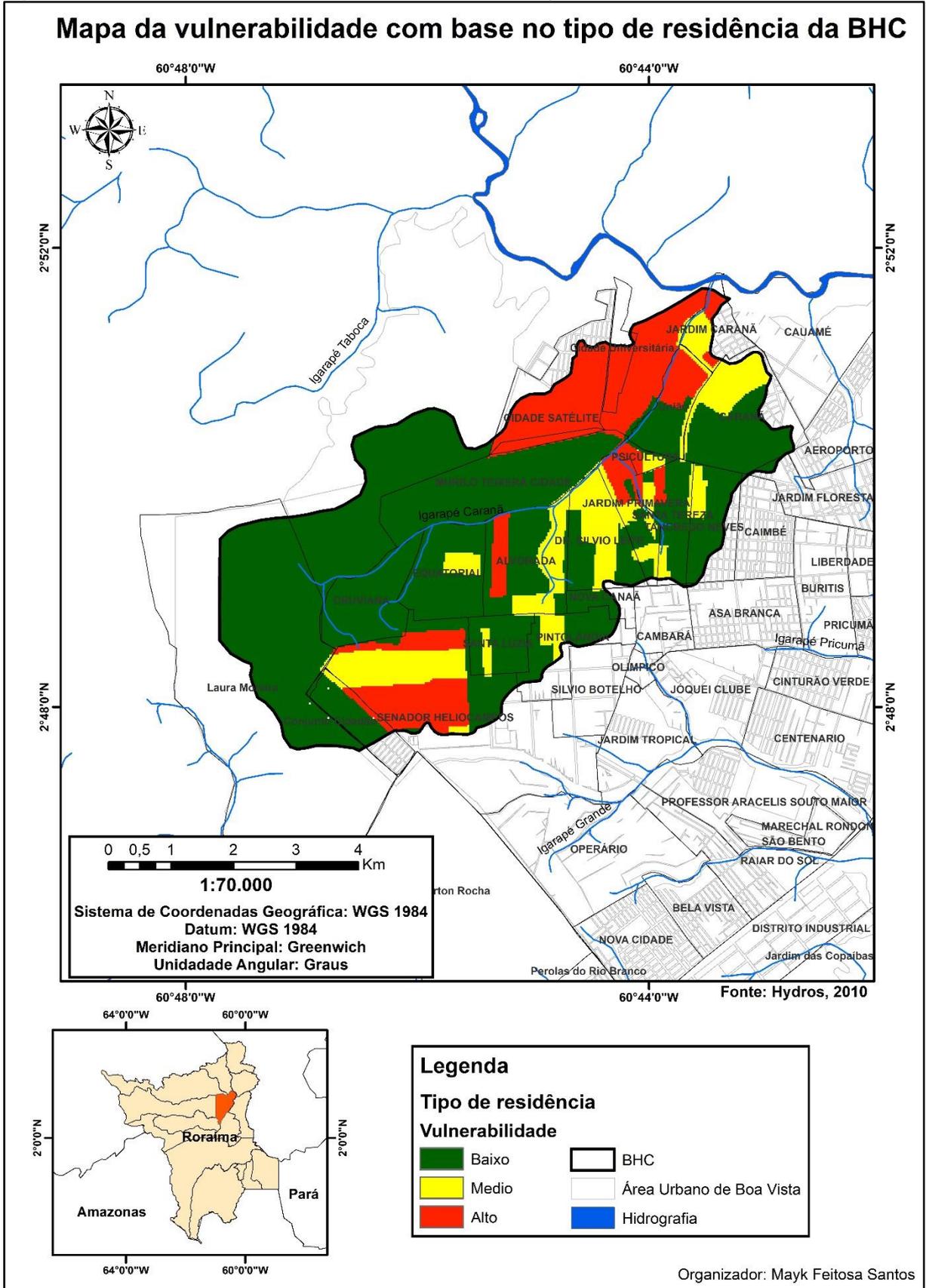


O gráfico demonstra que 56% da BHC estão com a vulnerabilidade média, considerando a variável pessoas por domicílio, ou seja, são residências que possuem 2,5 a 4 indivíduos no local. Nesse caso, a residência atingida pelo perigo pode desabrigar um número maior de pessoas.

A vulnerabilidade média compreende os bairros Cauamé, Jardim Caranã, Cidade Satélite, Murilo Teixeira Cidade, Cruviana, Equatorial, Nova Canaã, Silvo Leite, Tancredo Neves, parte do Senador Hélio Campos e Conjunto Cidadão. Por fim, nessa mesma categoria, demonstra que 39% da bacia hidrográfica Caranã estão na vulnerabilidade alta, estes locais possuem domicílios com 7 ou mais indivíduos no mesmo local. Logo, essas áreas sendo atingidas pelo perigo, podem contabilizar um alto número de pessoas desabrigadas, e também a probabilidade de ocorrer vítimas é maior em relação as outras áreas da BHC.

Na escala de análise da vulnerabilidade social, a categoria tipo de residência ficou com o peso 0,05, tendo um grau de importância na avaliação da vulnerabilidade social na BHC, como demonstra a figura 45.

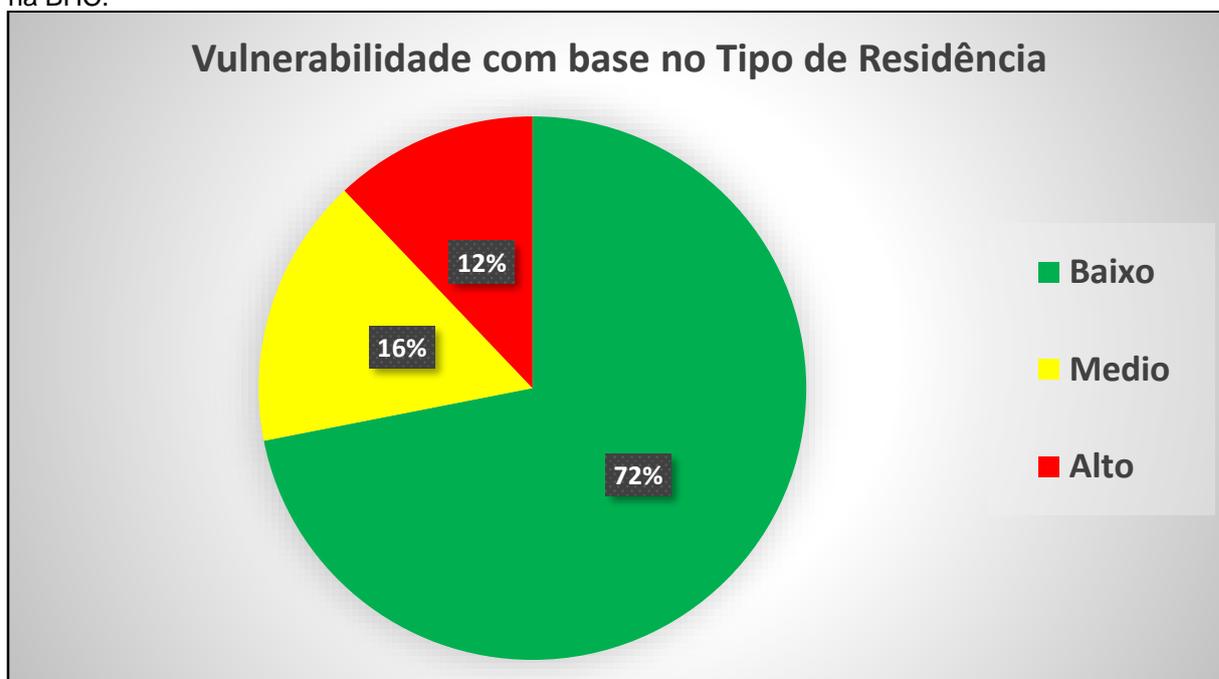
Figura 45 - Mapa social do tipo de material usado na construção das residências na BHC.



Fonte: Santos (2019).

Essa variável considera o tipo de material usado na construção como indicação para o grau de vulnerabilidade do indivíduo. Dentro dessa análise, foram incluídas as classes residência construída em alvenaria, madeira, palha e taipa conforme fornecido pelo IBGE. Diante disso, a residência feita de alvenaria foi estimada de baixa vulnerabilidade, residência feita com madeira representa a média vulnerabilidade e as demais classes representam alta vulnerabilidade. Com base nas observações, a figura 46 demonstra que 72% da bacia hidrográfica Caranã possui área com vulnerabilidade baixa, isso é remetido pelo fato da maioria das residências serem de alvenaria, entretanto, esse tipo de material também sofre danos diante de uma inundação.

Figura 46 - Gráfico da porcentagem do risco com base no material usado na construção das residências na BHC.



O gráfico também demonstra que 16% da BHC possui vulnerabilidade média. Esse fato entra na questão de a residência ser construída de madeira, e mesmo sendo resistente, possui uma vida útil curta, principalmente quando se trata de clima referente aos trópicos (úmido e quente). Portanto, pessoas que foram atingidas pelos eventos de 2011 tiveram grau de vulnerabilidade média, pelo fato de suas residências terem a probabilidade de sofrerem danos maiores em suas estruturas. A figura 47 demonstra a vulnerabilidade que essas pessoas possuem, principalmente em área de alcance do perigo.

Figura 47 - Imagem de ocupação próxima a mata ciliar do corpo hídrico principal da BHC, uma feita de madeira e outra de alvenaria.



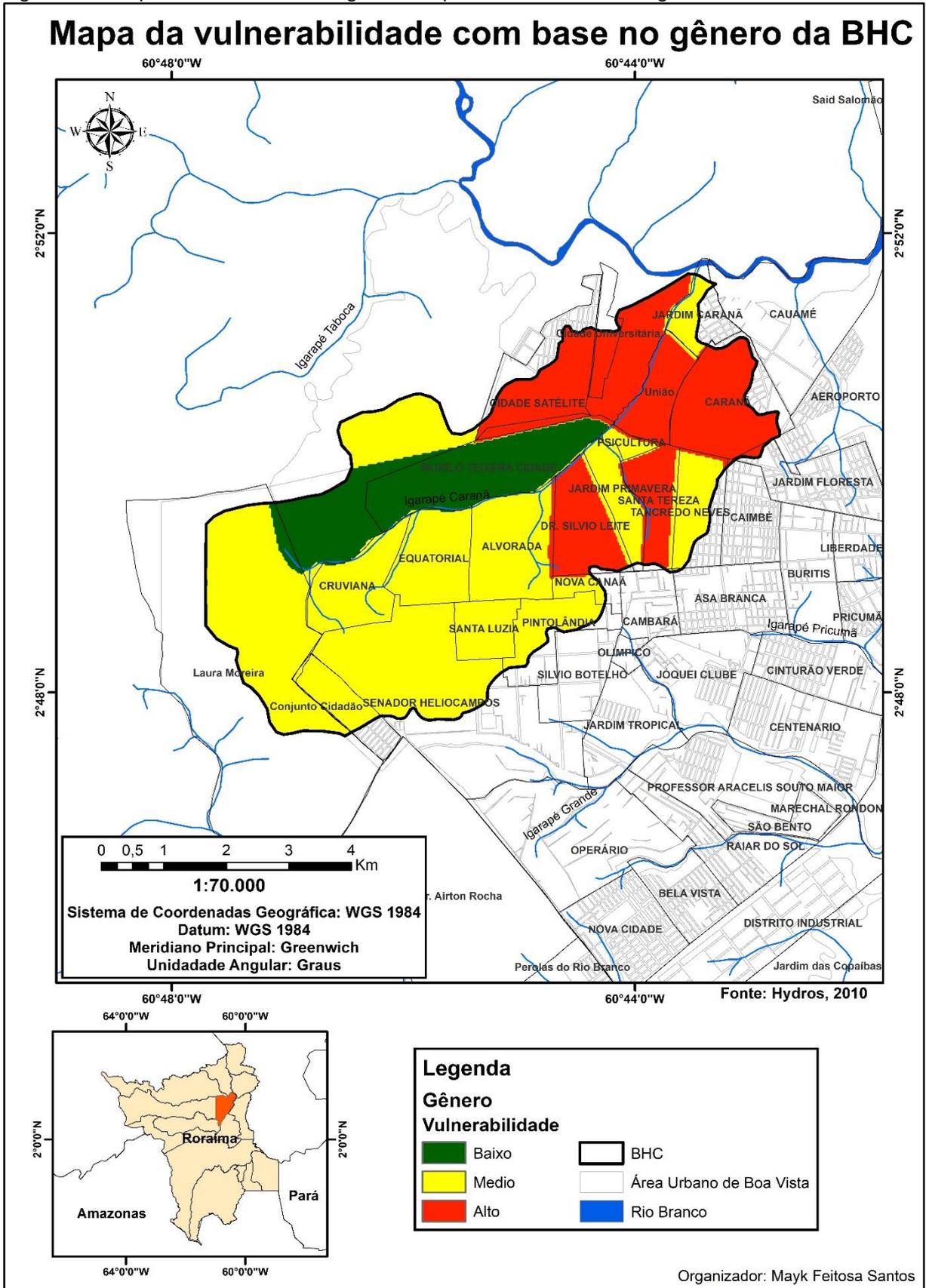
Fonte: Projeto Hydros –Programa Petrobras Ambiental (2009).

Em um cenário, considerando a variável proximidade do limite de inundação, as pessoas que possuem residência com material feito de madeira tendem a sofrer mais danos perante ao perigo, mesmo retirando a variável limite de inundação da equação. Esses indivíduos ainda estarão com um grau de vulnerabilidade médio.

A classe vulnerabilidade média pode ser observada nos bairros Senador Hélio Campos, Santa Luzia, Alvorada, Pintolândia, Silvo Botelho, Silvo Leite, Buritis, Caranã e Jardim Caranã. Foram observados também que 12% da BHC apresenta área de vulnerabilidade alta, categoria composta pelas classes de residência construídas com palha e taipa. Nesse caso, pessoas que possuem esse tipo de moradia têm grandes probabilidades de sofrerem danos que possam resultar na perda da residência. Observa-se nos bairros Senador Hélio Campos, Equatorial, Murilo Teixeira Cidade, Cidade Satélite, União e Jardim Caranã.

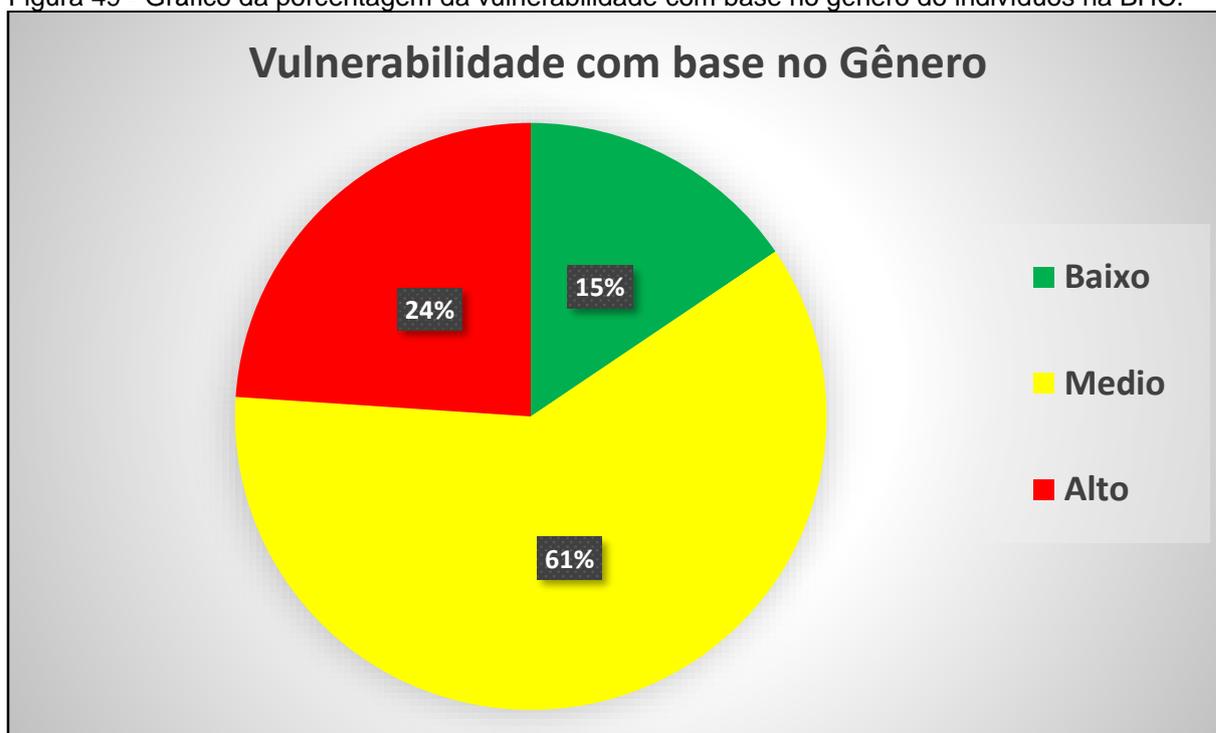
Na mensuração da vulnerabilidade social, a categoria gênero foi atribuído o peso de 0,12% na classificação da vulnerabilidade. Assim, foram aplicados os procedimentos estatísticos na BHC, originando a vulnerabilidade de acordo com o gênero do indivíduo demonstrado na figura 48.

Figura 48 - Mapa social com base no gênero da pessoas na Bacia Hidrográfica Caraná.



Essa variável considera as questões fisiológicas do corpo humano com parâmetro para determinar o grau de vulnerabilidade do indivíduo perante o perigo inundação. A análise foi feita com base na quantidade de pessoas do sexo masculino e feminino na bacia hidrográfica Caranã, de acordo com a figura 49.

Figura 49 - Gráfico da porcentagem da vulnerabilidade com base no gênero do indivíduos na BHC.

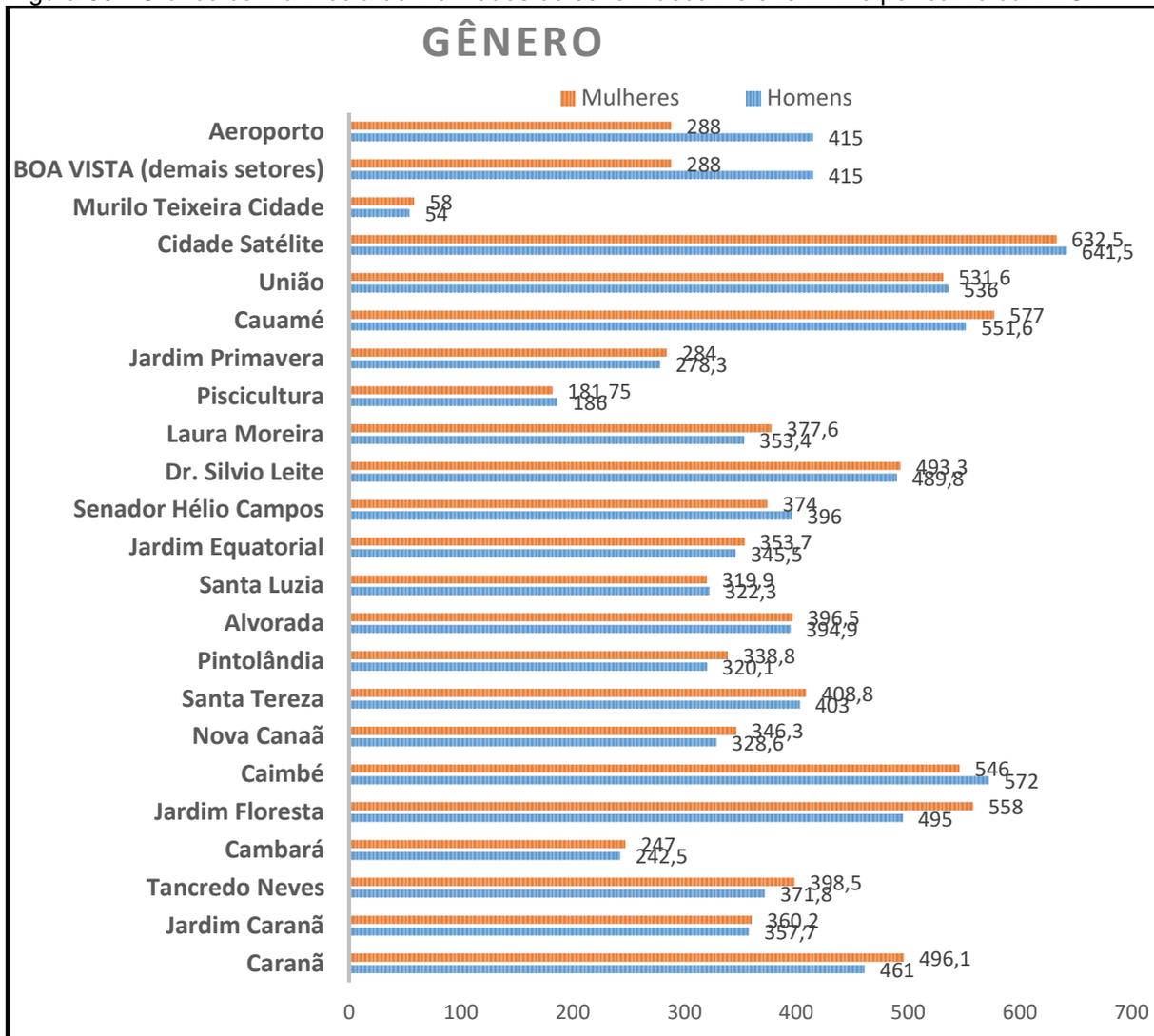


Observa-se que 15% do total da área da bacia está com baixa vulnerabilidade, esse fato está ligado a quantidades de indivíduos do sexo masculino em relação ao sexo feminino. O gênero masculino tem mais chances de lidar com as consequências do perigo (inundação) pelo fato de sua "vantagem" fisiológica consistir em ter maior carga de massa muscular, força e resistência.

Por outro lado, o gráfico demonstra que 61% da bacia hidrográfica Caranã estão caracterizados com vulnerabilidade média, mais da metade dessa porcentagem é dominada pelo sexo feminino, vai desde a nascente da BHC até a foz, considerando os bairros Cidade Satélite e Jardim Caranã. O gráfico demonstra que 24% da bacia hidrográfica Caranã possuem vulnerabilidade alta, uma porcentagem maior de indivíduos do gênero feminino em relação ao gênero masculino. Isso está também ligado às condições fisiológicas do sexo feminino, diminuído a capacidade de resistir diante de um perigo (inundação) e esse parâmetro determinou que essa área tivesse um grau de vulnerabilidade alta.

Os dados do censo de 2010 foram analisados em diferentes níveis, para se mensurar a vulnerabilidade social. Com base no gênero, foi possível criar o parâmetro da vulnerabilidade dividido por bairros da área da BHC demonstrado na figura 50.

Figura 50 - Gráfico com a média de indivíduos do sexo masculino e feminino por bairro da BHC.

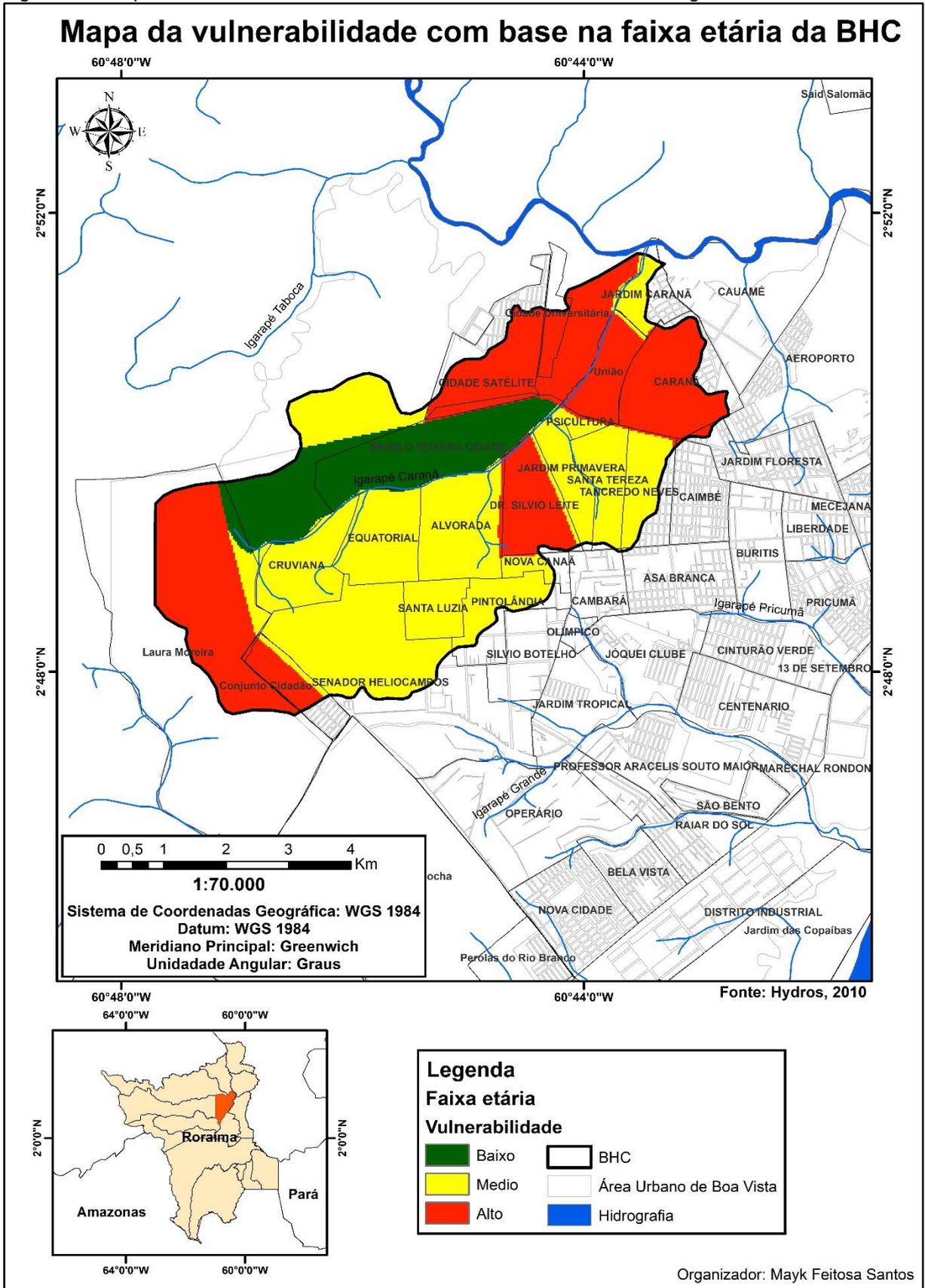


Fonte: IBGE (2010).

A figura demonstra que alguns bairros da bacia hidrográfica Caranã tiveram uma porcentagem maior de mulheres em relação aos homens, por exemplo, os bairros Caranã, Jardim Caranã, Jardim Floresta e Cauamé. Essa informação confirma o que foi demonstrado pelo mapa da vulnerabilidade com base na variável gênero.

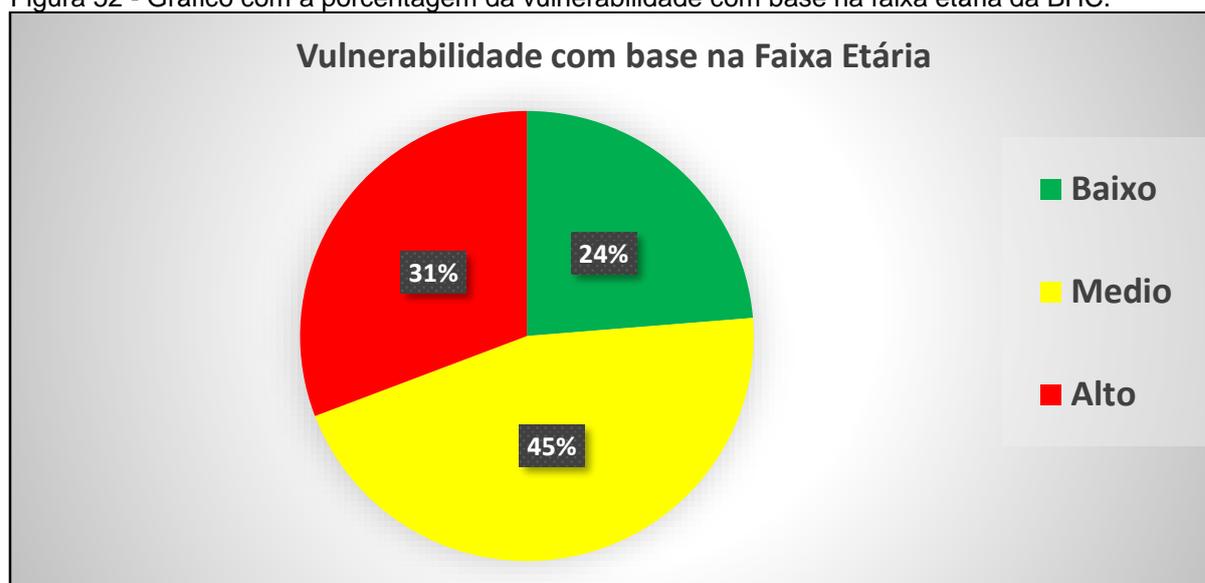
Outra variável importante na mensuração da vulnerabilidade social da bacia hidrográfica Caranã é a faixa etária, essa variável recebeu o peso de 0,17% na mensuração da BHC como demonstra a figura 51.

Figura 51 - Mapa do risco social de acordo com a faixa etária na Bacia Hidrográfica Caraná.



A determinação das áreas com vulnerabilidade social com base na faixa etária foi feita através das análises obtidas por Marandola Júnior e Hogan (2007a), que consideram as crianças recém-nascidas e os idosos possuidores de maior grau de vulnerabilidade perante ao perigo. Diante disso, foram estabelecidos os respectivos níveis de vulnerabilidade social, com base na faixa etária da BHC como demonstra a figura 52.

Figura 52 - Gráfico com a porcentagem da vulnerabilidade com base na faixa etária da BHC.

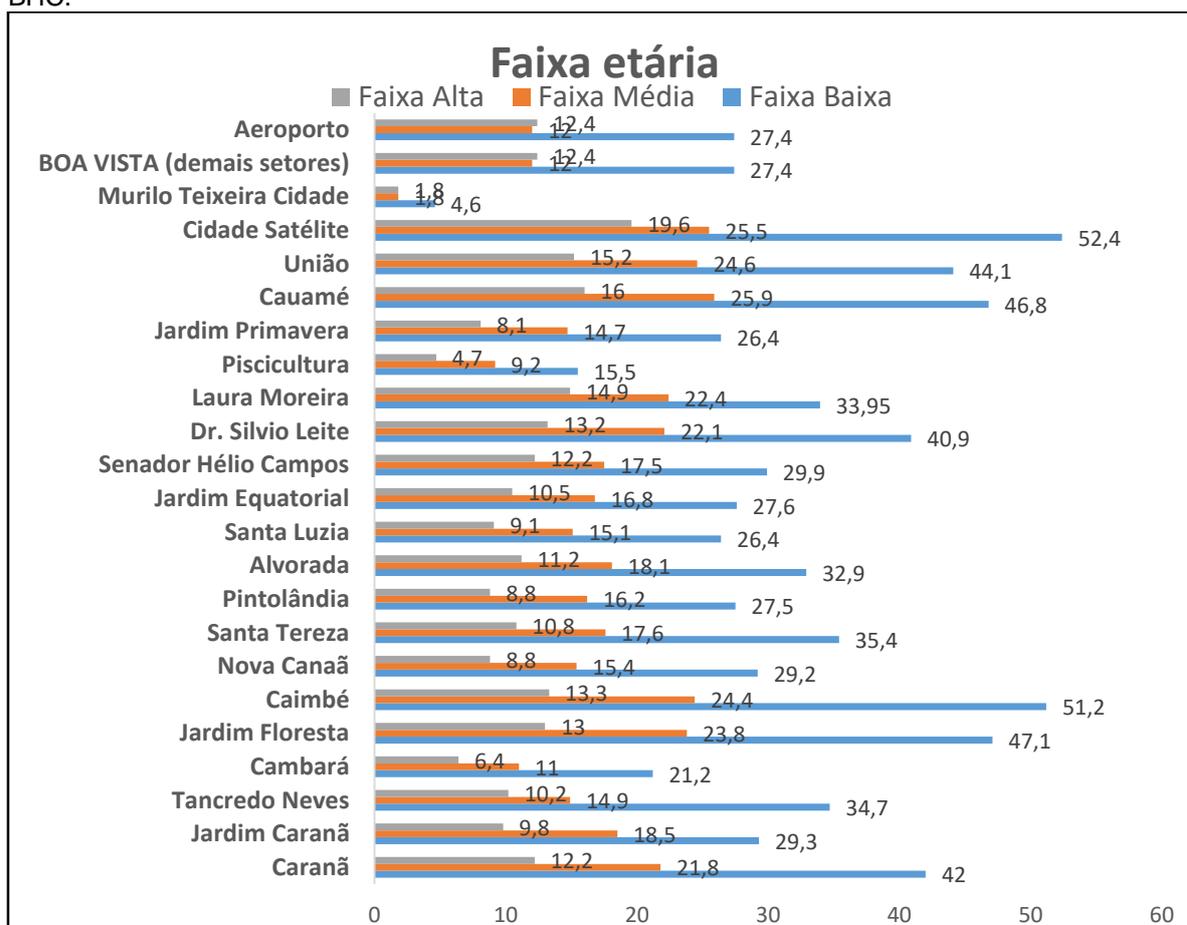


Observa-se que 24% do total da BHC são considerados de baixa vulnerabilidade. Indivíduos que possuem idade entre 18 anos a 50 anos, boa capacidade física para resistir ao perigo, conseguem se adaptar dependendo da intensidade do perigo e obtêm uma boa resiliência, de acordo com o gráfico, 45% da BHC possui vulnerabilidade médio, são indivíduos de 11 a 17 anos que não estão em seu ápice de condicionamento físico, mas diante de evento de cheia extraordinária a probabilidade de sofrerem danos é menor. A variável faixa etária está estritamente ligada as variáveis estudadas com o gênero e escolaridade, esses indivíduos possuem resistência e adaptação média, isso reflete-se na resiliência dos mesmos.

Observa-se que 31% da BHC possui indivíduos com vulnerabilidade alta com base na faixa etária, isso se liga às duas extremidades da cronologia humana. Ou seja, crianças recém-nascidas e idosos, por conta de seu condicionamento físico ser frágil, a sua probabilidade de sofrer danos é alta. Diante de um perigo, a sua resistência é muito baixa em comparação com as demais classes, sua adaptação também é baixa pelo fato do seu condicionamento físico.

Do mesmo modo, a resiliência desses indivíduos se torna baixa pelo fato de terem a baixa probabilidade de sobrevivência e dependerem de terceiros para voltar ao seu estado original, que possuíam antes do perigo. A vulnerabilidade alta com base na faixa etária foi observado em alguns bairros da área da bacia hidrográfica Caranã, como demonstra a figura 53.

Figura 53 - Gráfico com a média da vulnerabilidade com base na faixa etária distribuído por bairro da BHC.

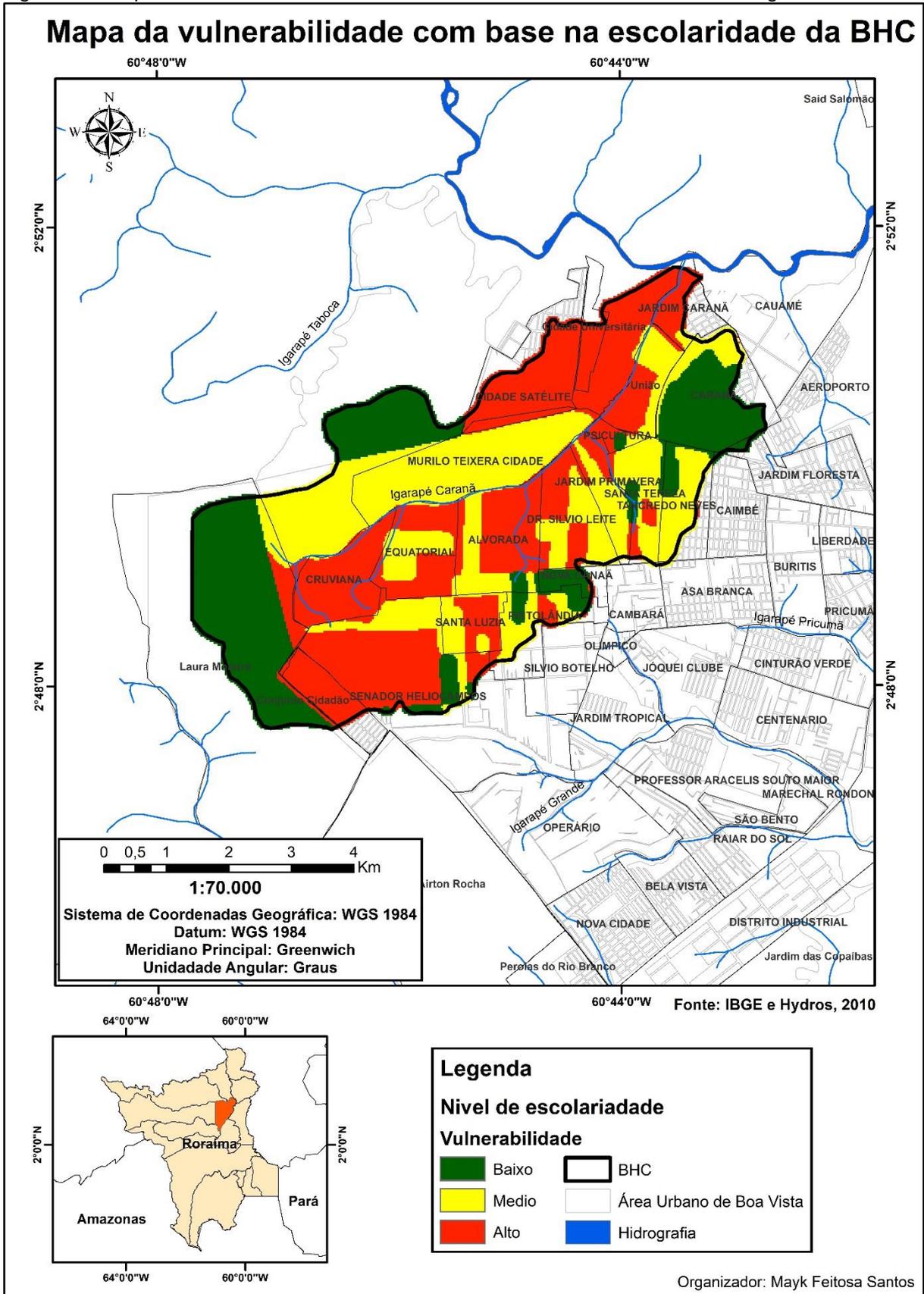


Fonte: IBGE (2010).

Pode-se destacar que os bairros Cidade Satélite, União, Cauamé, Silvio Leite, Laura Moreira e Senador Hélio Campos são os maiores valores na categoria vulnerabilidade alta. Assim, é importante relatar que a maioria desses bairros está próximo ao corpo hídrico da BHC. A proximidade influencia diretamente na vulnerabilidade desses indivíduos por conta da intensidade do evento de cheia extraordinária.

Utilizando os mesmos procedimentos metodológicos identificou-se a vulnerabilidade da BHC com base na escolaridade das pessoas, como demonstra a figura 54.

Figura 54 - Mapa da vulnerabilidade social com base na escolaridade da Bacia Hidrográfica Caranã.



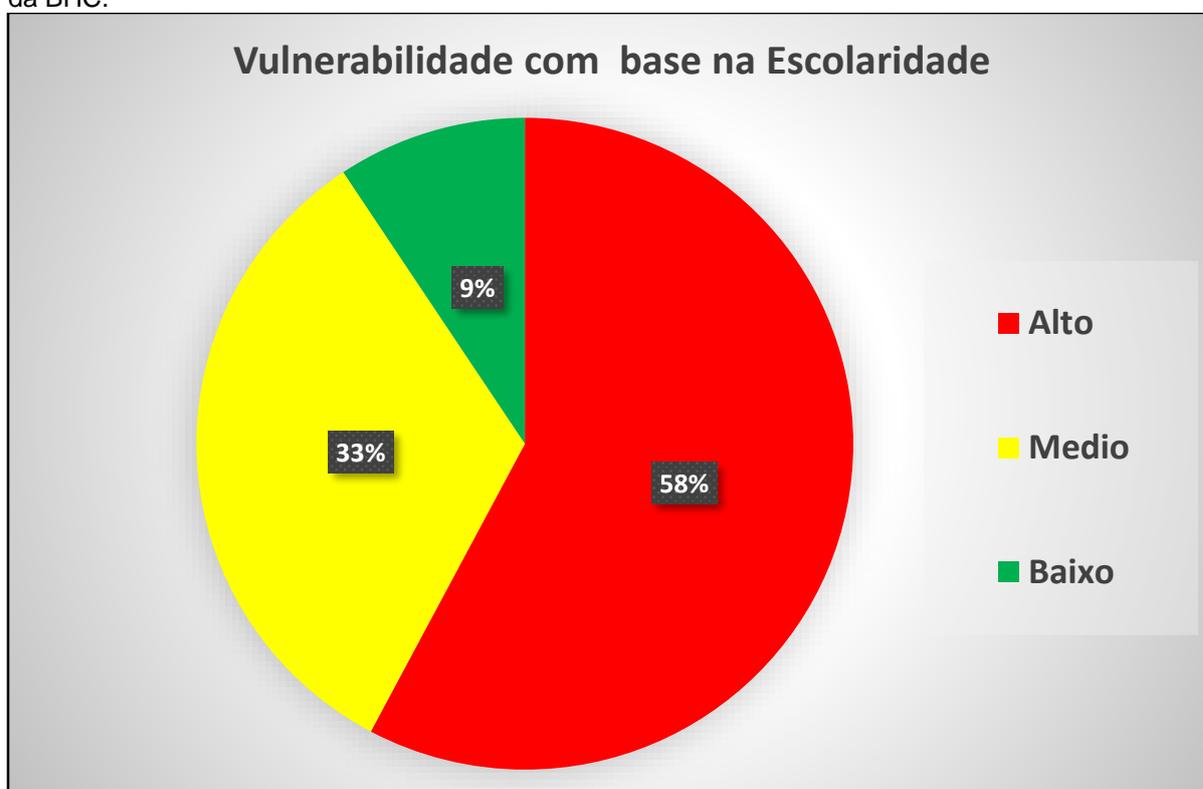
A vulnerabilidade com base na escolaridade foi estabelecida por meio da aplicação da média aritmética baseado nos índices de Programas das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

Os resultados dessa técnica foram aplicados no ArcGis 10.3 para gerar o mapa e os gráficos, figura 55. Essa variável estabelece a vulnerabilidade através do nível de escolaridade do indivíduo da BHC, ou seja, indivíduos que possuem um alto grau de instrução ou conhecimento tendem a reagir melhor perante ao perigo por ter o conhecimento formal de locais seguros por melhor conhecer os mecanismos de acionamento das autoridades competentes (corpo de bombeiros e defesa civil).

Observa-se que 9% do total da BHC estar na área de baixa vulnerabilidade, atribui-se ao nível de conhecimento dos indivíduos, essas pessoas tende a possuir informações que podem ajudar na sobrevivência perante ao perigo.

Com esse conhecimento, tais indivíduos conseguem resistir a um evento de cheia extraordinária, além de possuírem informações que possam se tornar possível a adaptação. A resiliência acaba tendo uma transição rápida, ou seja, o conhecimento formal oferece meios para esse indivíduo retornar a seu estado original.

Figura 55 - Gráfico com a porcentagem da vulnerabilidade com base na escolaridade dos indivíduos da BHC.



Por outro lado, observa-se que 33% da área da bacia hidrográfica Caranã estão sobre a vulnerabilidade média, isso se dá ao fato que os indivíduos localizados nessas áreas possuem um conhecimento formal limitado, com o grau de escolaridade do ensino médio, teoricamente desprovidos de informações inerentes aos perigos diversos.

Mesmo com um conhecimento limitado, esses indivíduos conseguem minimizar os danos causados pelo perigo, podendo construir uma boa resistência, conseguindo permanecer no local, mas a adaptação pode não existir, por falta de conhecimentos formal (conhecimento dos mecanismos jurídicos e autoridades competentes), e sua resiliência será baixa com a probabilidade de não conseguir voltar ao seu estado original.

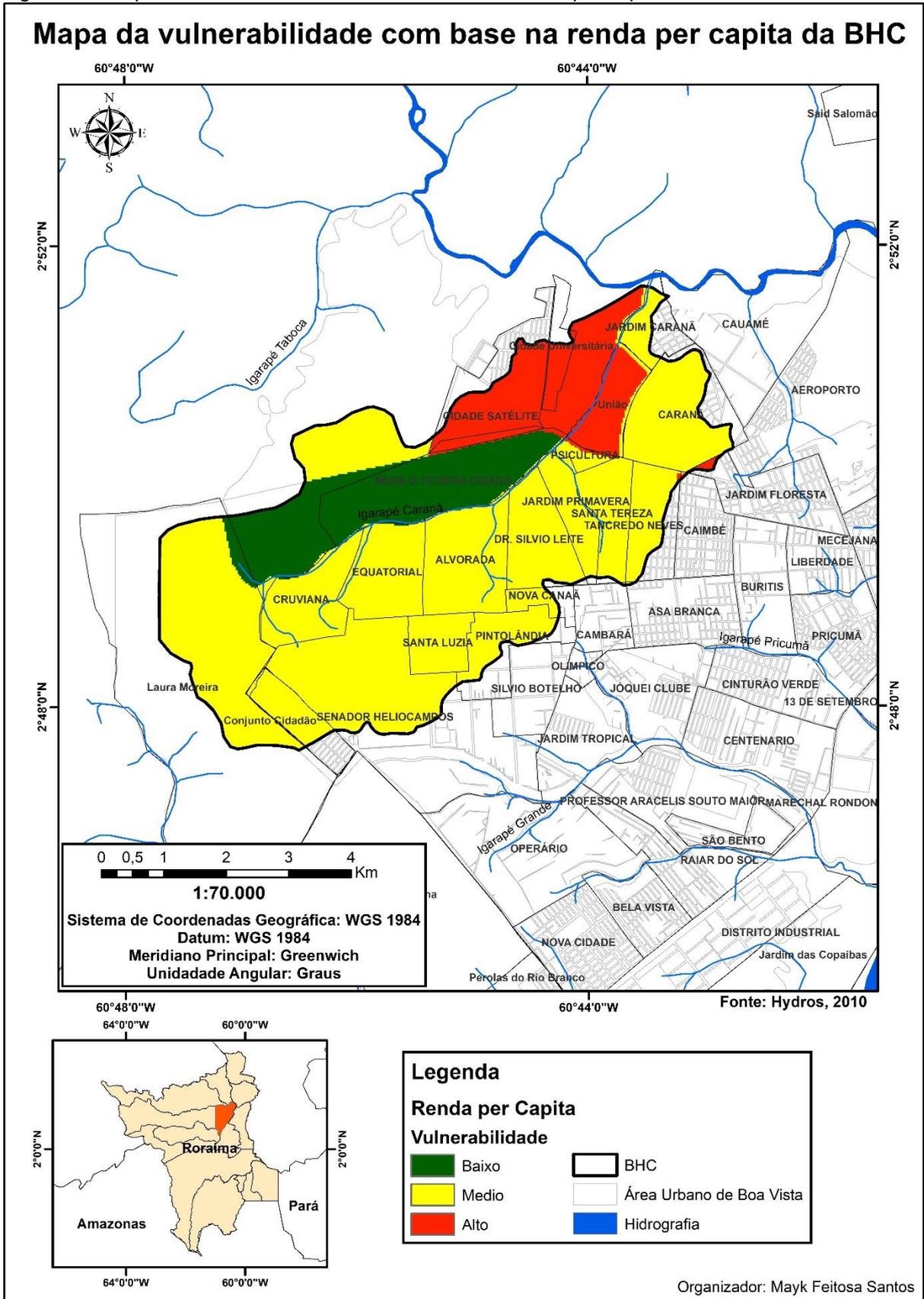
O mapa também destaca que 58% da bacia hidrográfica Caranã têm vulnerabilidade alta com base na escolaridade. Isso se atribui à falta de conhecimento formal dos indivíduos para lidar com efeitos do perigo, essas áreas são constituídas de indivíduos com o nível de ensino fundamental e analfabetos.

Portanto, essas pessoas tendem a ter pouca resistência, a probabilidade de adaptação é muita baixa. Por conta disso, a resiliência é quase nula, ou seja, o seu nível de conhecimento diminui as chances de recuperar suas estruturas após o evento de cheia extraordinária.

Esse cenário é encontrado nos bairros, Caranã, Jardim Caranã, Cauamé, União, Cidade Satélite, Piscicultura, Primavera, Santa Tereza, Senador Hélio Campos, Conjunto Cidadão, Equatorial, Santa Luzia, Alvorada e Pintolândia.

A variável renda per capita foi atribuído o peso 0,37%, o maior na mensuração da vulnerabilidade social da BHC, aplicando as mesmas técnicas das variáveis anteriores. Foi possível gerar o mapa de renda per capita para a BHC, demonstrado na figura 56.

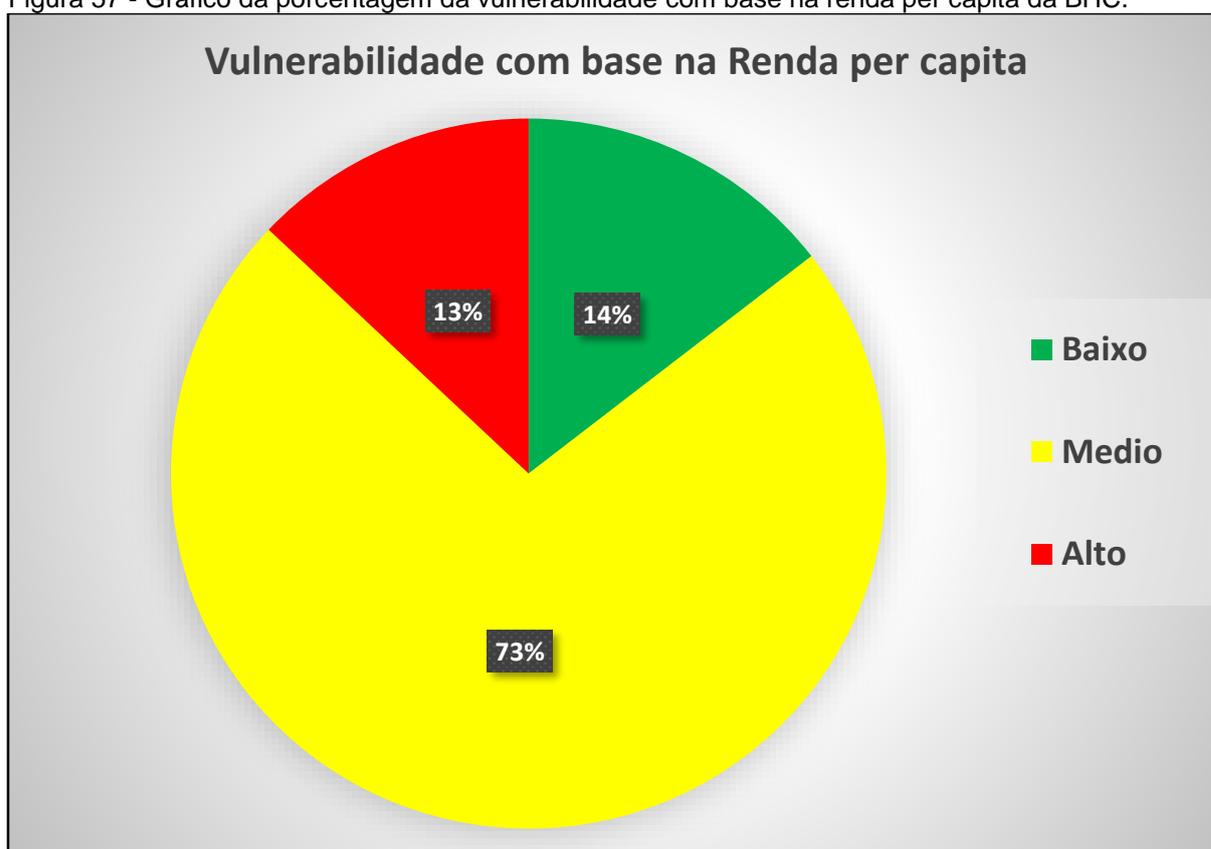
Figura 56 - Mapa da vulnerabilidade social com base na renda per capita de indivíduos da BHC.



Elaboração: Santos (2019).

Diante das informações fornecidas pelo IBGE do censo de 2010, foi utilizado a aritmética simples de acordo com o programa das Nações Unidas para o desenvolvimento. As pessoas cuja soma da renda familiar dividida pelo número de integrante da família é menor que meio salário mínimo está abaixo da linha da pobreza, esse fato foi considerado como vulnerabilidade alta com base na variável renda per capita como demonstra a figura 57.

Figura 57 - Gráfico da porcentagem da vulnerabilidade com base na renda per capita da BHC.



Observa-se que 73% da bacia hidrográfica Caraná possuem a vulnerabilidade média. Isso considera o fato que essas áreas serem constituídas por indivíduos de classe média com recursos limitados para resistir a um evento de cheia extraordinária.

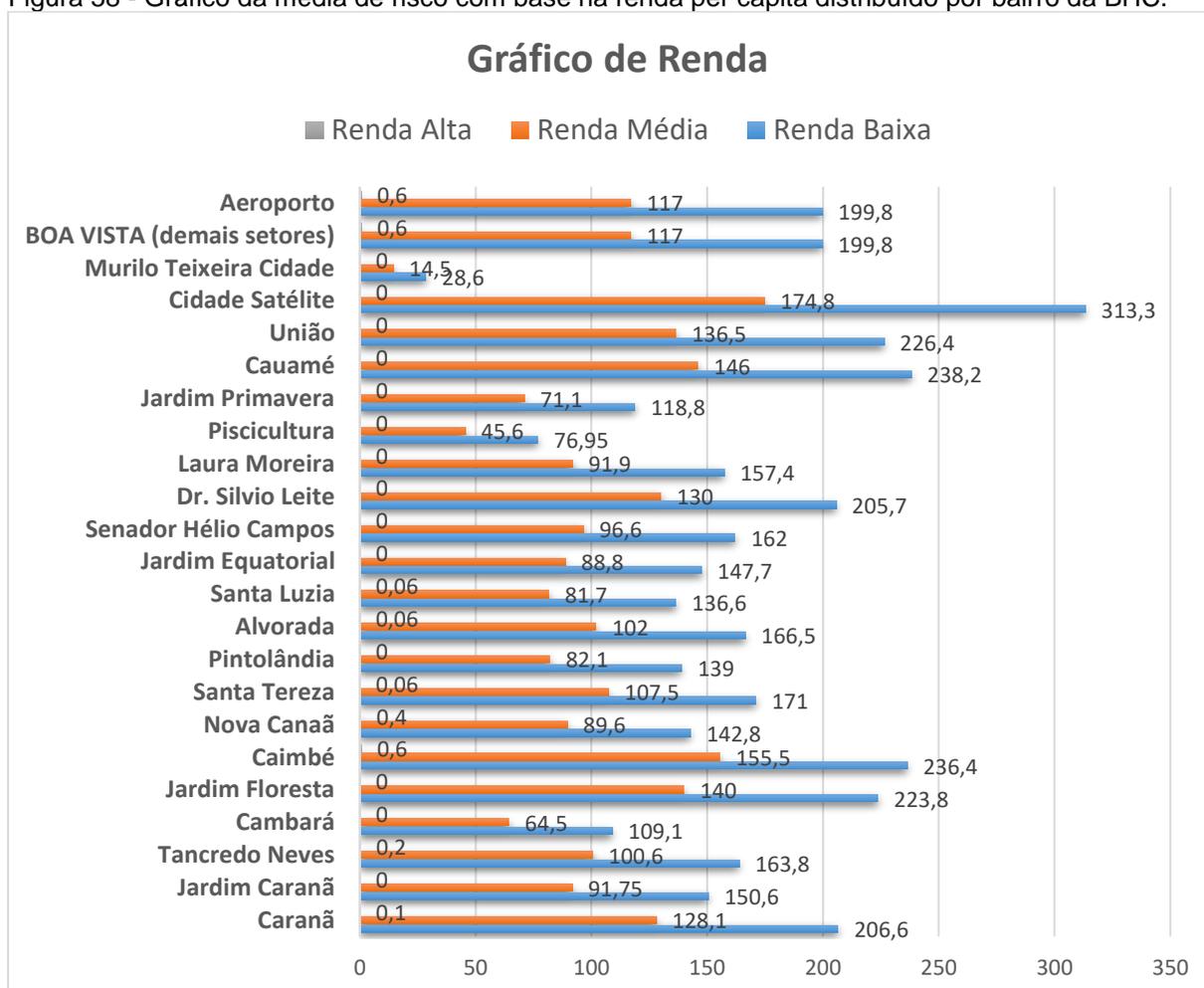
Na maioria dos casos, não possuem seguro de seus bens materiais, por outro lado, esses indivíduos conseguem adaptar-se muito bem perante ao perigo, mesmo com recursos limitados. Por último, a resiliência se torna média pelo fato de sua estrutura não possuir seguro, além de ter pouco recurso para reconstruir sua estrutura pós-evento. Então, o retorno ao seu estado original é de longo prazo.

O gráfico demonstra que 13% possuem a vulnerabilidade alta, isso é atribuído ao fato dessas áreas possuírem indivíduos com o menor poder aquisitivo. Diante disso, em um evento de inundação, essas pessoas não possuem recursos para resistir aos danos causados pelo perigo, também por não terem condições financeiras para se adaptar ao perigo de inundação. Um exemplo disso são pessoas sendo atingidas pela inundação e não têm recurso econômico em estoque para impedir o avanço do nível da água e acabam perdendo seus bens materiais.

E por fim, a sua resiliência é quase nula pelo fato dessas pessoas não possuírem recursos suficientes para reconstruir ou restaurar sua moradia. Isso leva em consideração seus bens materiais, como móveis e eletrodomésticos. O tempo para voltar ao seu estado original é bastante longo e, em muitos casos, a probabilidade de ocorrer outro evento de cheia durante essa recuperação é alto.

A vulnerabilidade alta foi verificada em alguns bairros da bacia hidrográfica Caranã, como demonstra a figura 58.

Figura 58 - Gráfico da média de risco com base na renda per capita distribuído por bairro da BHC.

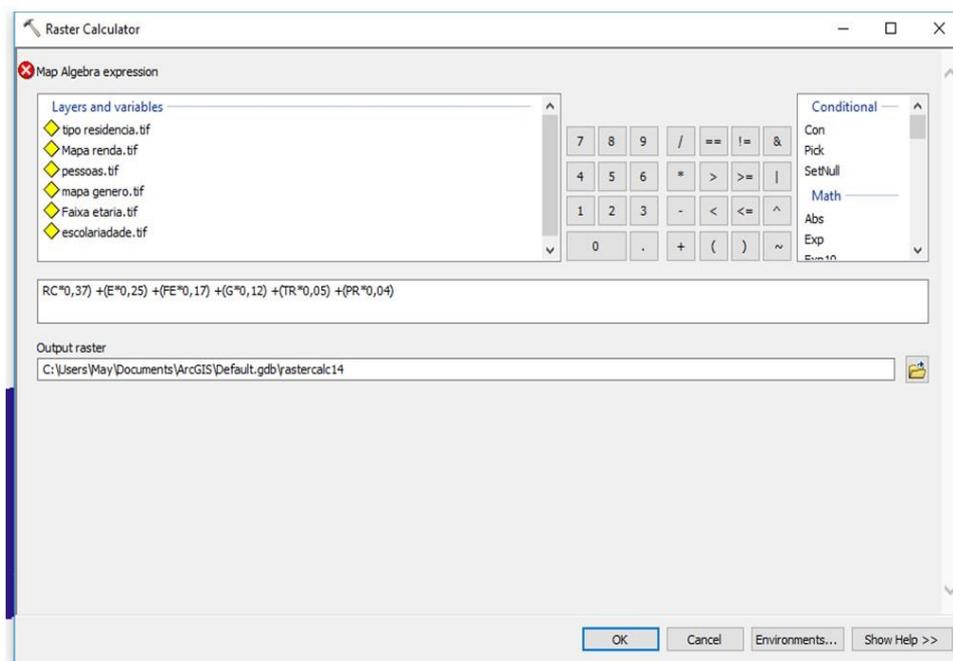


Fonte: IBGE (2010).

O bairro Cidade Satélite obteve a maior média de pessoas com renda baixa, contabilizado 313,3. Em seguida vem Cauamé com 238, Caimbé com 236, União com 226, Jardim Floresta 223 e Caraná 206. Esses resultados estão de acordo com as informações comprovadas pelo mapa, além de demonstrar os locais que devem ser observados de perto pelo poder público por conterem indivíduos com alto grau da vulnerabilidade social com base na renda.

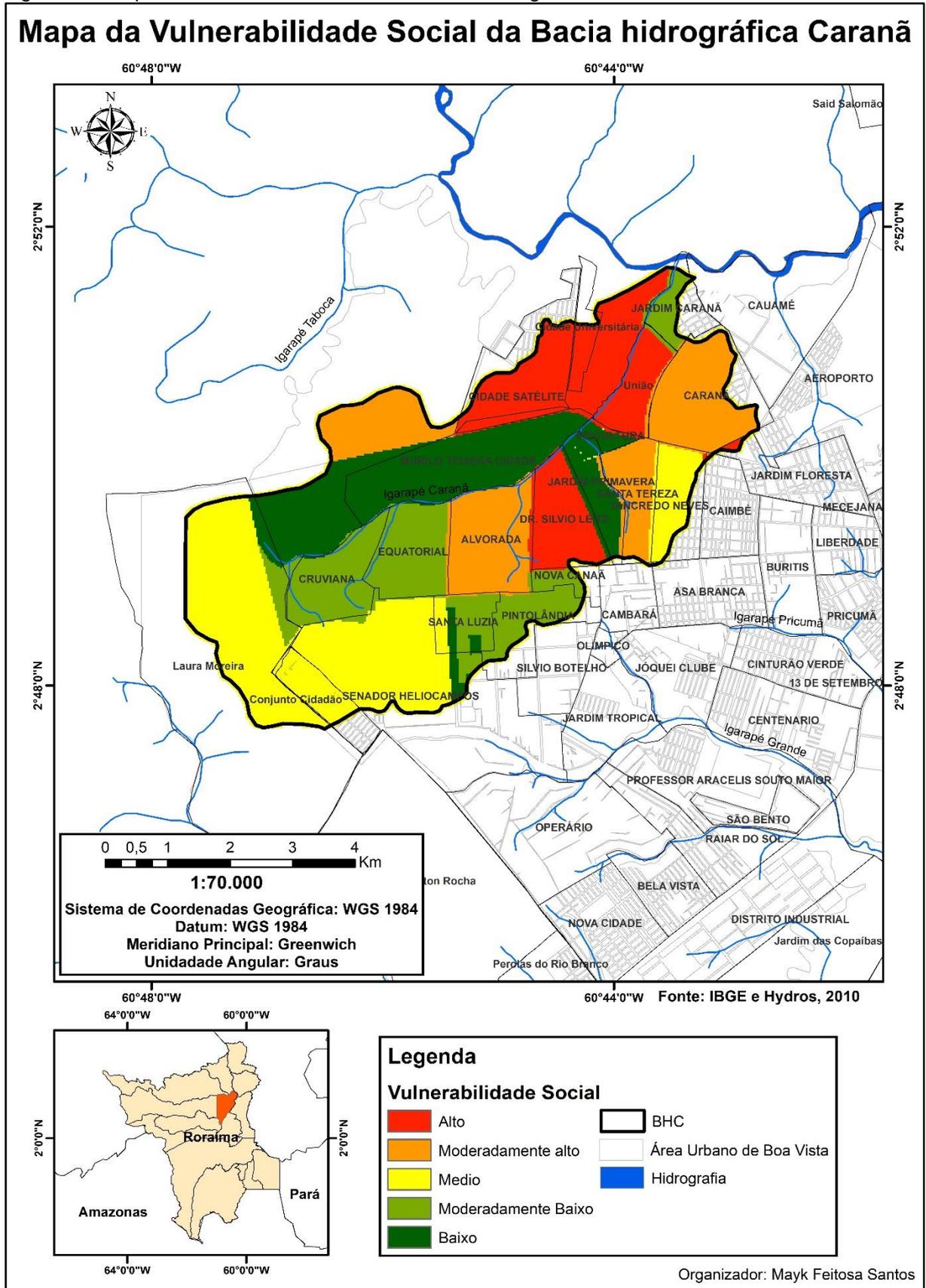
Para cada variável analisada, foi atribuído um peso onde a soma é igual a 1. A variável pessoa por residência recebeu o peso 0,04; tipo de residência 0,05; gênero 0,12; faixa etária 0,17; escolaridade 0,25; e renda 0,37. Com esses valores, foi aplicada a seguinte fórmula: $[(RC*0,37) +(E*0,25) +(FE*0,17) +(G*0,12) +(TR*0,05) +(PR*0,04) =1]$ para mensurar a vulnerabilidade social, como demonstra a figura 59.

Figura 59 - Imagem da ferramenta *Raster Calculator* com expressão para gera o mapa de vulnerabilidade social da BHC.



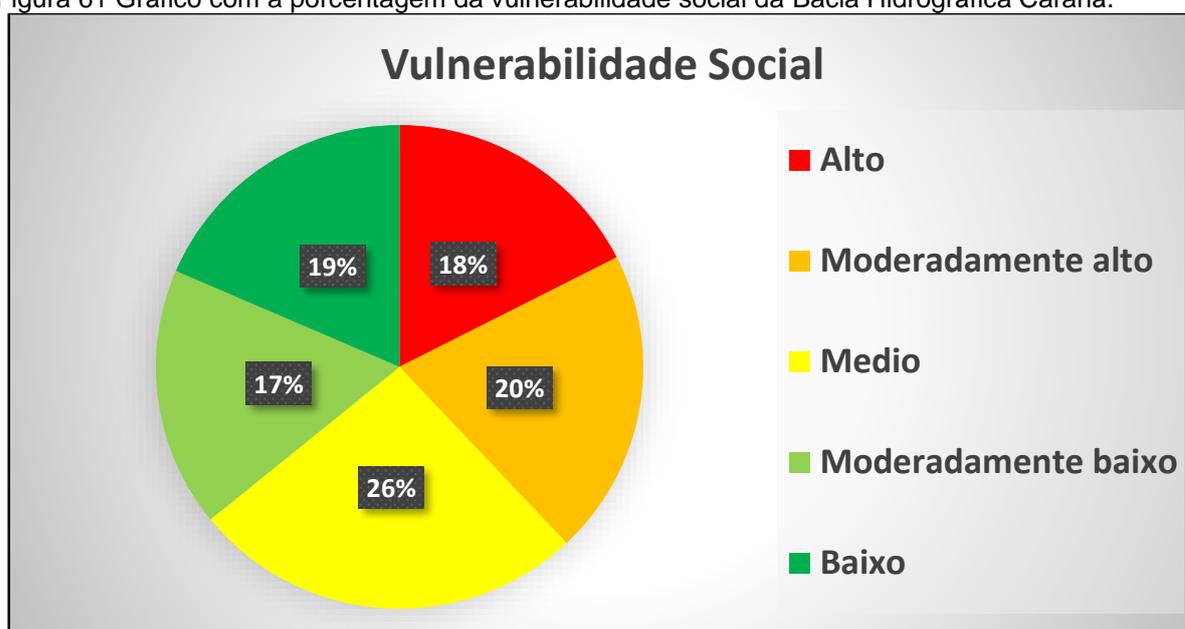
Tal fórmula foi inserida no programa Arcgis 10.3 através da ferramenta *Raster Calculator*, gerando o mapa de vulnerabilidade social, como demonstra a figura 60.

Figura 60 - Mapa da Vulnerabilidade Social da Bacia Hidrográfica Caraná.



A vulnerabilidade social baixa teve 19% do total da BHC. Essa classe foi observada nos bairros Murilo Teixeira Cidade Cidade, Piscicultura, Jardim Primavera e parte do Santa Luzia. Diante disso, é importante destacar que a área de vulnerabilidade social baixa que compreende o bairro Murilo Teixeira Cidade Cidade é um local constituído de várias chácaras com baixa densidade de pessoas, mas que no momento, está em um processo de ocupação encabeçado pelos promotores imobiliários, figura 61.

Figura 61 Gráfico com a porcentagem da vulnerabilidade social da Bacia Hidrográfica Caranã.



A vulnerabilidade moderadamente baixa possui 17% do total da BHC. Esse resultado considera indivíduos com poucos integrantes em sua residência, diminui o número de vítimas atingidas pelo perigo. Também pelo fato de possuírem uma estrutura construída com alvenaria que permite uma boa resistência perante a eventos de inundação, além de terem uma quantidade maior de indivíduos do gênero masculino, que diante de um perigo, dispõe de vantagens fisiológicas como força física para lidar com o evento.

Outro fator que explica que essa área é moderadamente baixa é a questão do grau de instrução dos indivíduos contidos no local. Neste local, pode-se encontrar pessoas com ensino superior com o conhecimento dos locais seguros e autoridades competentes para lidar com desastres naturais. Do mesmo modo, esses indivíduos possuem recursos (renda) para lidar com o perigo.

Com todas essas variáveis a favor desses indivíduos, a análise demonstra que sua resistência é alta por serem pessoas com o conhecimento, recursos, idade para resistir a qualquer evento que possa gerar danos. Também, seu poder de atuação é alto pelos mesmos motivos de sua resistência.

Durante o evento, essas pessoas podem criar ideias e operacionalizar com o intuito de mitigar ou bloquear os efeitos do perigo, e também possuem uma resiliência muito alta com grandes probabilidades de retornarem para seu estado original, principalmente considerando os recursos disponíveis.

A vulnerabilidade social média obteve 26% dentro da BHC, compreendendo os bairros Tancredo Neves, Senador Hélio Campos, Conjunto Cidadão e Laura Moreira. Esse resultado está ligado às características dos indivíduos no local, ou seja, são residências com 4,5 a 7 indivíduos que, diante de um perigo, a quantidade de pessoas atingidas é maior em relação a outros locais.

Outro fator que levou essas áreas a terem o grau de vulnerabilidade social média foi o tipo de materiais das residências (taipa e madeira) utilizados para construir suas residências. Neste caso, esses materiais possuem pouca resistência diante dos danos causados pelo perigo.

Por outro lado, a faixa etária das áreas influenciou diretamente no resultado pelo fato de possuir uma quantidade menor de pessoas idosas. Isso permite que essas pessoas tenham uma resistência média. Mediante isso, o poder de adaptação também é médio por se tratar de pessoas jovens e adultos e, por fim, uma resiliência baixa pelo fato da grande maioria não possuir recursos financeiros para reconstruir suas moradias ou reaver seus bens materiais. Esses detalhes aumentam o tempo para retornarem ao seu estado original.

A vulnerabilidade social moderadamente alta obteve 20% em relação ao total da área da BHC. Essa classe pode ser observada nos bairros Alvorada, Jardim Primavera, Santa Tereza e Caranã, tais resultados estão embasados com a quantidade de pessoas que residem em um mesmo domicílio, podendo chegar até 7 pessoas na mesma residência. Outro motivo é o nível de escolaridade baixa, ou seja, possui uma grande quantidade de pessoa com nível de fundamental e analfabeto, isso influencia nas tomadas de decisões perante ao perigo.

Em contrapartida, essas pessoas estão em uma faixa etária composta por adultos e adolescentes, e poucos idosos; e também por possuírem uma proporção

maior de indivíduos do gênero masculino. Esses fatores permitem que essas áreas não sejam apontadas com vulnerabilidade ainda maior.

Diante desses fatos, a resistência desses indivíduos é baixa em virtude do limitado nível de conhecimento para lidar com os efeitos de um desastre natural. Sua capacidade de adaptar-se aos efeitos do perigo é baixa pelo fato de não terem os recursos para fazer melhorias em suas estruturas. Sua resiliência é média por conta de possuírem recursos para uma recuperação, mesmo que a longo prazo.

O mapa demonstra que 18% da área da BHC possui a vulnerabilidade alta, essa classe é observada nos bairros Jardim Primavera, Silvio Leite, União, Jardim Caranã e Cidade Satélite, essa análise é embasada por diferentes variáveis estudadas nesse capítulo.

Essa vulnerabilidade alta é atribuída ao fato de possuir residência com 3 a 4 indivíduos no local, apontando que o número de desabrigados é maior em relação as outras áreas da BHC. Outro destaque é o número maior de indivíduos do gênero feminino, que influencia diretamente na capacidade de reagir aos efeitos do perigo.

Pode-se observar uma grande quantidade de residências com baixa resistência a efeitos oriundos de eventos de inundação como demonstra a figura 62.

Figura 62 - Imagem da residência construída com madeira próximo ao corpo hídrico em área de APP.



Fonte: Projeto Hydros – Programa Petrobras Ambiental (2009).

São residências construídas com matérias feitas de palha, taipa e madeira. Esses materiais em eventos de inundação tendem a sofrer desgastes ou, dependendo da intensidade do perigo, o indivíduo pode perder a estrutura por completo, diminuindo seu poder de resiliência.

A alta vulnerabilidade social é também atribuída ao número de pessoas com o nível de escolaridade de ensino fundamental e analfabetos, o que contribui para que essas pessoas possuam dificuldades para se adaptar durante o perigo.

Outro fator que demonstra isso é a faixa etária, portanto, a grande quantidade de pessoas idosas e crianças diminui o poder de resistência e adaptação perante o perigo de inundação. Dependendo da intensidade do evento, os efeitos podem causar óbitos entre essas pessoas.

A vulnerabilidade social alta dessas áreas é também expressada pelos indivíduos com uma renda per capita muito baixa, esse fator influencia diretamente na resiliência. A falta de recurso financeiro diminui a probabilidade desses indivíduos de reconstruir suas moradias e reaver seus bens materiais. Portanto, a sua recuperação será longa com a probabilidade de ser atingida novamente pelo perigo durante o processo de recuperação para o seu estágio original.

A aplicação de pesos para mensuração da vulnerabilidade se mostrou eficaz no apontamento dessas áreas vulneráveis socialmente. Essa análise mostra a vulnerabilidade das pessoas pelos seus aspectos sociais e pode ser inserido em vários cenários e perigos possíveis, mas para essa pesquisa, foi adicionado um único perigo, que foi a inundação.

A próxima seção discutirá a relação da vulnerabilidade física e social utilizando o perigo de inundação como base para delimitar a vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica Caranã.

4. 4 VULNERABILIDADE AMBIENTAL: O FÍSICO E O SOCIAL NO APONTAMENTO DE ÁREAS VULNERÁVEIS NA BHC.

A vulnerabilidade parte do princípio de que qualquer indivíduo detentor de diversas características interage de diferentes formas perante a um evento catastrófico. Entretanto, a vulnerabilidade possui uma relação paralela com os conceitos de risco e perigo.

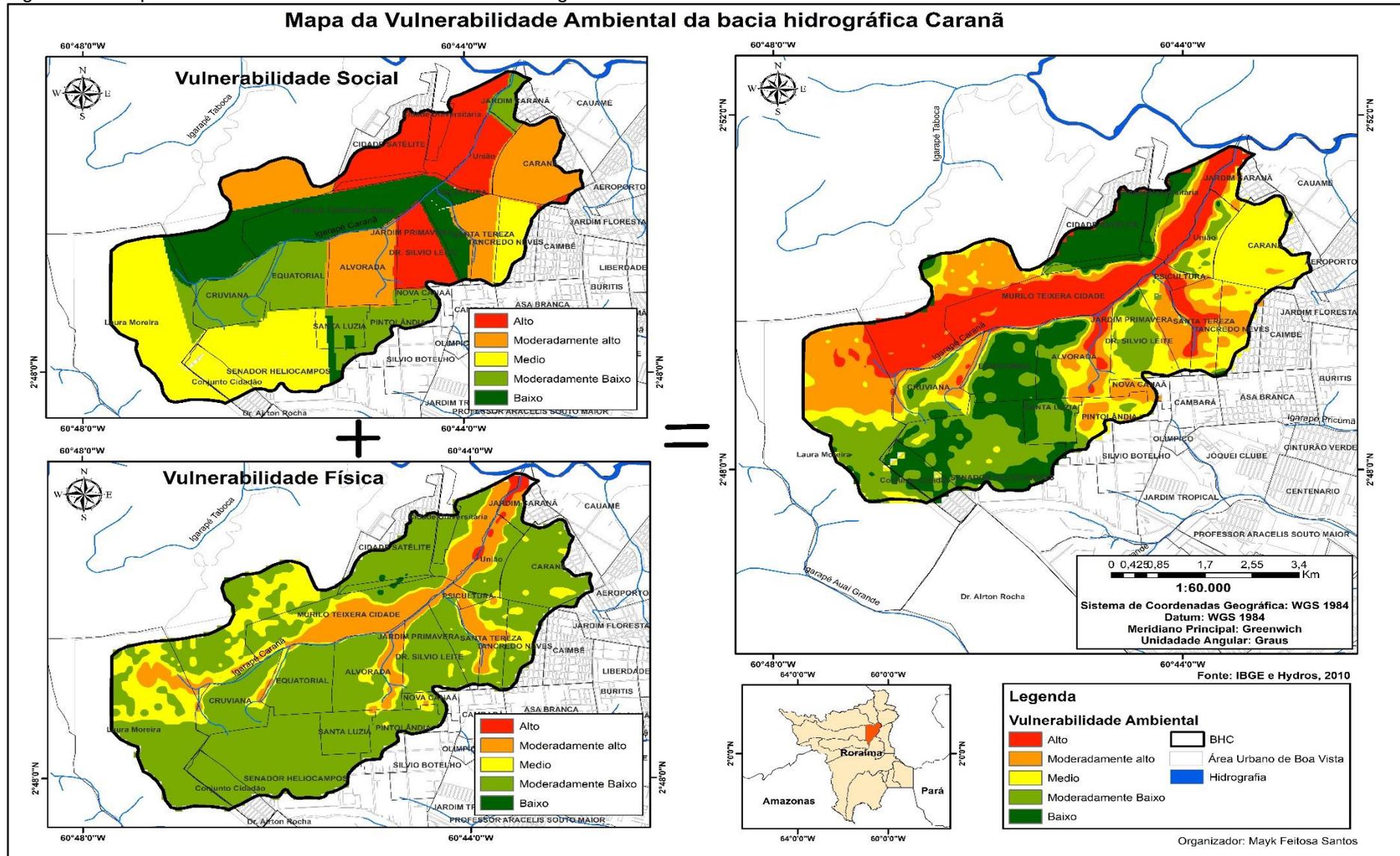
Em resumo, o perigo é o objeto desencadeador da dinâmica, o risco à probabilidade de o perigo acontecer, e a vulnerabilidade é forma como os indivíduos lidam com os efeitos do perigo.

A relação dessa tríade permite analisar a dinâmica dos desastres e seus efeitos à sociedade. Dentro dos estudos da vulnerabilidade, existe uma corrente que estuda a vulnerabilidade do meio físico, e também do social, numa análise integrada. Essa relação é chamada de vulnerabilidade ambiental, que considera tanto os aspectos físicos quanto os sociais, analisando o espaço geográfico como um todo.

Diante disso, uma técnica foi aplicada na bacia hidrográfica Caranã, utilizando o sistema de estatísticas para delimitar a vulnerabilidade da BHC. Nesse contexto, foi utilizada a seguinte expressão: $(\text{Vulnerabilidade física}) + (\text{vulnerabilidade Social}) = 1$, acredita-se que a soma da VF + VS corresponde à vulnerabilidade Ambiental.

Essa vulnerabilidade ambiental da BHC está associada ao perigo e risco de inundação nas proximidades do corpo hídrico, e também pela sua superfície aplainada, isso é demonstrado pela figura 63.

Figura 63 - Mapa da Vulnerabilidade Ambiental da bacia hidrográfica Caranã.

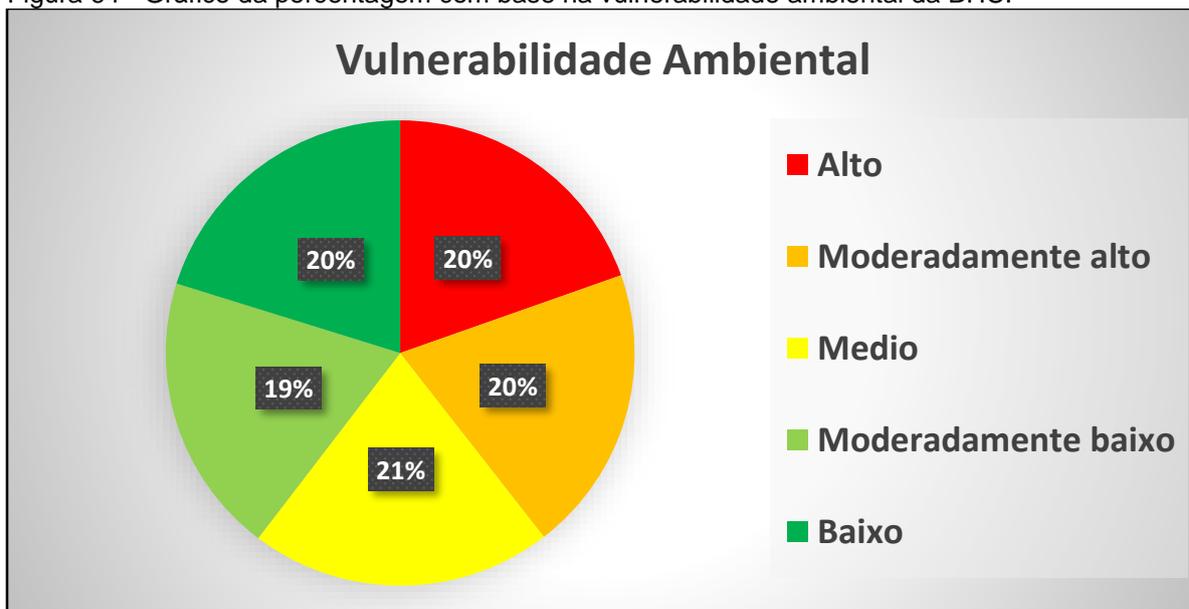


Elaboração: Santos (2019)

A análise das variáveis física e social delimita as áreas com vulnerabilidade ambiental na BHC, ou seja, análise que relaciona à vulnerabilidade dos indivíduos em relação ao espaço geográfico durante um evento de inundação.

Assim, observa-se que 20% da bacia hidrográfica Caranã possui o status de vulnerabilidade ambiental baixa, essas áreas, mesmo demonstrando em alguns aspectos pessoas com alto grau de vulnerabilidade, como indivíduos com o nível de escolaridade de ensino fundamental ou inferior, configurou esse nível de vulnerabilidade baixa, pelo fato da distância do limite de inundação ser em torno de 1000 metros. Portanto, mesmo com pessoas com alto grau de vulnerabilidade social, a probabilidade de serem atingidas pelos eventos de inundação é muito baixa, isso considerando o tempo de retorno de 100 anos, figura 64.

Figura 64 - Gráfico da porcentagem com base na vulnerabilidade ambiental da BHC.



Outro quesito que influenciou essas áreas a terem uma vulnerabilidade ambiental baixa foi a altimetria, que fica em torno de 79 a 84 metros, e está muito acima dos 66 metros alcançados pelos eventos de inundação de 2011. Também pode-se observar nessa área que as moradias possuem uma quantidade de 3 a 4 indivíduos, isso permite que os números de pessoas possam buscar abrigos em locais seguros longe dos eventos de inundação, conseqüentemente a estatística de pessoa afetadas pelo perigo de inundação será reduzida.

Em relação aos aspectos da vulnerabilidade ambiental dessas áreas, conclui-se que a resistência desses indivíduos é média, mas como a distância do limite de

inundação é muita alta, a adaptação e a resiliência dependem bastante da probabilidade de serem atingidos pela inundação, nesse caso o risco é baixo.

Diante do gráfico, observou-se que 19% da bacia hidrográfica Caranã estão com a vulnerabilidade moderadamente baixa. Essa configuração pode ser observada em um pequeno perímetro no bairro Cidade Satélite, que se estende até o bairro Murilo Teixeira Cidade.

Foi observado também em uma área entre os bairros Equatorial e Alvorada, além de uma pequena parte do bairro Senador Hélio Campos. Esses locais foram considerados moderadamente baixo pela distância do limite de inundação, também conservando as mesmas características da vulnerabilidade baixa, mas com algumas diferenças.

De início o material usado na construção das moradias é de alvenaria, isso torna as residências mais resistentes, mas em contrapartida, foi analisado a existência de pessoas idosas nessas áreas. Com isso, o grau de vulnerabilidade ambiental foi aumentado.

Perante essas informações, é possível concluir que essas áreas possuem uma resistência média através da distância do limite de inundação, pela altitude e também pelas estruturas feitas de alvenaria. O nível médio de escolaridade influencia na adaptação e na resiliência por deterem conhecimento para melhorar as estruturas ou reconstruí-las, mesmo se fossem alcançados pelos efeitos da inundação.

De acordo com o gráfico, a vulnerabilidade ambiental média possui 21% do total da BHC. Esse cenário pode ser encontrado nos bairros Caranã, Jardim Floresta, em áreas menores dentro dos bairros Silvio Leite, Alvorada, Cruviana e Laura Moreira, essa zona obteve a vulnerabilidade média pela sua proximidade do limite de inundação atingida pelo evento de 2011. Outro fator que determinou esse grau de vulnerabilidade foi o nível de inclinação que varia de 0 a 0,87°, dependendo da intensidade do perigo. Essas áreas têm uma probabilidade maior de potencializar os efeitos do evento de inundação. Nessas áreas, pode-se observar a maior quantidade de pessoas por domicílio, ou seja, de 4 a 7 indivíduos em uma só residência, esse fato determina a quantidade de pessoas atingidas por eventos de inundação futuras.

Por outro lado, essas áreas acumulam uma grande quantidade de pessoas com alto grau de conhecimento, mesmo se esses indivíduos forem afetados pelos danos do perigo, o nível de conhecimento em relação a locais seguros fornecerá meios para adaptarem-se aos efeitos, e também voltar a seu estado anterior através

da alta resiliência, esses fatores foram determinantes para que a vulnerabilidade ambiental fosse média nessas áreas da BHC.

Observa-se que 20% da bacia hidrográfica Caranã estão com o grau de vulnerabilidade ambiental moderadamente alto. Essa classe é encontrada ao longo do corpo hídrico da bacia em algumas áreas dos bairros Cruviana, Murilo Teixeira e Laura Moreira, de fato o que torna essas áreas vulneráveis é a proximidade do perímetro alcançado pela inundação de 2011, ou seja, a planície de inundação do igarapé Caranã.

Mas o maior problema é a questão de seu nível de inclinação. Essas áreas possuem um grau de inclinação que varia de 0 a 1° tornando esses locais propícios a ocorrer eventos de inundação. De fato, isso é preocupante por se tratar de uma área com um sistema complexo de lagos e nascentes que alimentam o igarapé Caranã, que está em um processo de ocupação estimulada por promotores imobiliários como demonstrado na figura 65.

Figura 65 - (A) Imagem panorâmica da zona oeste de Boa Vista região das nascentes do corpo hídrico principal da BHC, a esquerda loteamento privado e a direita o Cruviana. (B) drenagem hídrica conectada ao lago que compõe o sistema lacustre da BHC.



Fonte: (A) Caleffi (2018), (B) Santos (2018).

Observa-se que essa área em especial já está em um processo de ocupação intenso na direção do sistema de lagos e nascentes da bacia hidrográfica Caranã.

Essa dinâmica de ocupação, agora estimulada pelos promotores imobiliários e pelo Estado, condiciona o avanço da população em direção as áreas de áreas de preservação permanentes (APP). Essa ação causa degradação no sistema lacustre, as pessoas que ocupam as áreas de nascentes, também podem sofrer com os danos causados pelos efeitos do perigo de inundação.

Outro fator importante que tornou essas áreas vulneráveis foi a questão da BHC possuir um lençol freático pouco profundo, esse dado somado com as modificações na topográfica feitas através do processo de ocupação através de loteamentos condiciona o surgimento de pontos de alagamentos. Esse fato pode ser agravado pela urbanização aumentando as áreas impermeáveis. Por consequência, o fluxo superficial aumenta a carga hídrica podendo potencializar o perigo.

Diante desses fatores, a vulnerabilidade ambiental desses lugares está ligada ao número de pessoas que residem no mesmo domicílio, podendo chegar até 7 indivíduos. Isso somado com o nível de escolaridade baixa, torna essas pessoas pouco preparadas para resistir aos danos causados pelo perigo.

Diante disso, a sua adaptação é baixa pela falta de conhecimentos em melhorar suas estruturas, e sua resiliência será baixa com a probabilidade de ocorrer o evento durante o processo.

O gráfico demonstra que 20% do total da bacia hidrográfica Caranã estão com o status de vulnerabilidade ambiental alta. Essa característica pode ser encontrada justamente até a montante, compreendendo os bairros Jardim Caranã, União, Cidade Satélite, Murilo Teixeira Cidade, Santa Tereza, Primavera, Piscicultura, Alvorada, Equatorial, Cruviana e Laura Moreira.

Esse alto grau de vulnerabilidade está ligado ao fato dessa área ficar exatamente no alcance da planície de inundação da BHC. Em 2017, algumas dessas áreas foram atingidas por um evento de cheia, isso levanta a hipótese que não há necessidade da ocorrência de eventos extraordinários para gerar danos nessa área com vulnerabilidade ambiental alta, como demonstra a figura 66.

Figura 66 - Imagem do bairro Jardim Caranã, acesso a foz do Igarapé Caranã, cheia extraordinária de 2017 atingindo a planície de inundação da BHC



Fonte: Santos (2018).

Diante disso, a vulnerabilidade ambiental desses locais se torna alta pelas pessoas que ali residem próximo às áreas de preservação permanente, considerando os efeitos do perigo. Essas áreas vulneráveis têm um maior número de domicílios com até 7 indivíduos, além de possuir em alguns trechos, uma grande quantidade de pessoas com o nível de escolaridade baixa, isso influencia na tomada de decisão diante do risco de inundação.

Essas áreas também detêm vários indivíduos com faixa etária alta (idosos) e crianças recém-nascidas. Essas pessoas tendem a ter dificuldades em lidar com os efeitos da inundação, ou seja, sua capacidade de resistir ao perigo está ligada a capacidade física, isso torna esses indivíduos vulneráveis ao perigo.

Outro fator a ser considerado é a renda dessa família, essas pessoas com renda baixa agravam o grau de vulnerabilidade ambiental tornando-a alta. Esse fator é determinado pela falta de recursos socioeconômicos para lidar com os danos podendo causar a perda de sua moradia

Essa questão incita a baixa probabilidade de reconstruir e reaver seus bens materiais pelo fato da sua resiliência ser baixa, considerando as informações apresentadas.

À primeira vista, algumas áreas dentro da BHC tiveram resultados contraditórios em relação a outros locais com o mesmo grau de vulnerabilidade ambiental alta, pelo fato das variáveis sociais não possuírem uma vulnerabilidade alta, como demonstra a figura 67.

Figura 67 - Imagem panorâmica o bairro Murilo Teixeira Cidade na zona oeste de Boa Vista, local contendo loteamento privado em área de vulnerabilidade ambiental alta.



Fonte: Caleffi (2018).

Essa área em questão é o bairro Murilo Teixeira Cidade, que fica localizado na margem esquerda do corpo hídrico e possui um processo de ocupação tímida, mas isso deve mudar pelo estímulo dos promotores imobiliários através da especulação imobiliária. Portanto, ainda possui poucas pessoas ocupando essa área.

Entretanto, através da técnica para se determinar a vulnerabilidade ambiental, foi constatado que essa área tem uma alta vulnerabilidade ambiental pelo fato de possuir um grau de inclinação 0 a 0,87 de seu leito menor até o limite da BHC. Isso expõe o fato que essa área pode sofrer mais danos por conta de sua superfície aplainada.

Em eventos de inundação, uma superfície plana tem característica em potencializar eventos de inundação pela dispersão superficial (alagamentos), sendo agravado ainda mais pela pouca profundidade do lençol freático, que varia de 1 a 3 metros, de acordo com (SIMÕES FILHO et al., 1997). Do mesmo modo, o aceleração do processo de ocupação pode agravar ainda mais a vulnerabilidade ambiental dessa área, expondo uma quantidade maior de pessoas a esses locais vulneráveis.

Infelizmente, essas áreas possuem status de vulnerabilidade ambiental alta pela negligência dos agentes sociais, em especial, o Estado, por não fiscalizar e coordenar o processo de ocupação, principalmente das áreas próximas às áreas de preservação permanente praticadas pelos grupos excluídos. Em algumas áreas, é evidente encontrar esses exemplos como demonstra a figura 68.

Figura 68 - Imagem de ocupação em área de nascente do quase extinto igarapé Santa Tereza afluente do corpo hídrico principal da BHC.



Fonte: Araújo Júnior (2018).

Essa é uma ocupação dentro da nascente de um afluente do igarapé Caraná. Vale salientar que essas ocupações irregulares tendem a gerar impactos ambientais

através da retirada da mata ciliar e lançamento de resíduos sólidos e esgoto doméstico no corpo hídrico. Esse tipo de ação pode acarretar o assoreamento do canal diminuindo a profundidade do mesmo, esse fato potencializa os efeitos da inundação nessas áreas vulneráveis ambientalmente.

Outro fator que determinou a vulnerabilidade dessa área foi o mau planejamento e aplicação de infraestruturas para mitigar os danos causados por eventos extraordinários, como demonstra a figura 69.

Figura 69 - Estrutura de uma galeria hídrica conectada ao corpo hídrico principal da BHC, Equatorial próximo a área de nascentes.



Fonte: Santos (2018).

A aplicação de uma infraestrutura precária que não desempenha o seu papel tende a agravar esses locais vulneráveis. O lançamento de efluentes diretamente no igarapé influencia não só o local que está recebendo o impacto, mais também afeta os demais cursos do corpo hídrico com o aumento do fluxo causando efeitos significativos no alcance da inundação.

Para mitigar a existência dessas áreas vulneráveis, é necessário planejar e cumprir os mecanismos com base no planejamento e gestão do meio ambiente, cabe aos agentes sociais, principalmente o Estado cumprir esse importante papel.

4. 5 POLÍTICAS PÚBLICAS E VULNERABILIDADE AMBIENTAL: DESDOBRAMENTOS NA BHC

A vulnerabilidade ambiental é um reflexo das interações dos agentes sociais com os físicos. Essa dinâmica influencia e modifica o espaço, considerando as relações entre os agentes sociais, que na maioria das vezes acabam favorecendo os interesses de uma minoria elitizada ou de instituições. Diante disso, fenômenos como inundação, enchente, movimento de massa e alagamentos são aspectos físicos que podem atingir os agentes sociais.

O planejamento do espaço pelos agentes sociais deve partir do princípio que a dinâmica social é constantemente mutável, considerando tempo e espaço. Contudo, a análise também deve considerar que o ambiente físico é adequado conforme a dinâmica de transformação do espaço, sendo uma mudança no tempo e espaço diferente da escala humana.

A sociedade como um todo deveria possuir o conhecimento das ações estimuladas pelos agentes sociais que podem desencadear vários processos físicos, sendo eles danosos ou não para o mesmo.

Cabe ao Estado, com o auxílio do pesquisador, disponibilizar informações e norteamento para as interações que os agentes sociais fazem sobre o ambiente. Entretanto, a realidade do espaço é composta por conflitos de interesses que, na maioria das vezes, beneficia um só agente social e, por fim, interage com o estado para que essas leis, normas, métodos e conteúdos possam ser aplicadas.

A cidade de Boa Vista, durante sua dinâmica de produção do espaço, esteve numa disputa social pelos interesses individuais ao longo de um período de 33 anos.

Mas, as políticas públicas aplicadas durante e depois do boom populacional em Boa Vista em 1988 foram pensados para problemáticas voltadas a saneamento básico e também para questão hídrica.

Entretanto, essas mesmas medidas tomadas no passado afetaram diretamente os fenômenos espaciais do presente, como Araújo Júnior (2016) destaca

que os fenômenos naturais, como a inundação acabaram se deslocando espacialmente na cidade afetando outras áreas.

Cabe os agentes sociais, em especial, o poder público gerenciar as problemáticas ambientais. Mas, essa ação deve acontecer dissociando a decisão unilateral, e isso é remetido à participação de toda sociedade para encontrar soluções, no intuito de informar e lidar com tais problemáticas ambientais.

Diante dessa reflexão, os pesquisadores (topógrafos, arquitetos, engenheiros, geógrafos entre outros) possuem um papel importante no planejamento e gestão do espaço, em especial, os geógrafos, pelo fato de contribuírem com técnicas e mecanismos para gestão do espaço urbano, regional e ambiental.

Como David Harvey (1974) demonstra, essa análise deve partir da ideia que as soluções não podem andar em paralelo com um só agente social (Estado), mas considerar todos os componentes que interagem no espaço. Desse mesmo modo, as sugestões para minimizar as áreas vulneráveis terão a visão não só para o bem da população, mas também para o bem do meio ambiente, mais precisamente para as unidades de gestão do espaço chamadas de bacia hidrográfica.

De início, é importante reformular as políticas públicas pensadas no passado. As mesmas estimularam consequências negativas no presente, contudo, esse pensamento deve ser refeito para que essas mesmas problemáticas não ocorram futuramente.

Assim como Santos (2008) destaca, a análise do presente, pautada nas ações passadas, instiga prognosticar o futuro, ou seja, permite planejar atos de (re) produção dos espaços geográficos tidos, de modo que o espaço constitui uma acumulação de tempos.

Portanto, as ações adotadas para diminuir o grau de vulnerabilidade da BHC devem ser pensadas além de intervenções pontuais, adotando também ações preventivas para mitigar os efeitos danosos dos eventos de inundação ou alagamento.

As sugestões serão tratadas em três partes, considerando (i) as áreas de nascentes do corpo hídrico, (ii) o médio curso e (iii) a foz do igarapé Caranã. A área de nascentes da BHC é composta por um sistema lacustre organizado por lagos e nascentes que se conecta com o corpo hídrico.

O PDEPBV (Plano Diretor Estratégico e Participativo de Boa Vista - 2006) sugere que a dinâmica de ocupação pode ser direcionada para a zona oeste de Boa

Vista, entretanto, essa dinâmica de ocupação não considerou a importância desse sistema de lagos e nascentes como demonstra a figura 70.

Figura 70 - (A) Imagem panorâmica de ocupações urbanas próximas de lagos e nascente da BHC. (B) Canal do corpo hídrico principal da BHC, ponte improvisada feita pela população para travessia. (C) estrutura de drenagem hídrica direto no canal aumentando a carga de sedimento.



Fonte: (A) Caleffi (2018), (B) e (C) Santos (2018).

As ações devem considerar a interrupção do processo de ocupação dentro e envolta do sistema lacustre que alimenta o corpo hídrico da BHC. A preservação das nascentes do igarapé Caranã influenciará na diminuição do grau de vulnerabilidade ambiental dessa área e, em consequência disso, os efeitos causados por eventos de inundação serão reduzidos drasticamente nas demais áreas da BHC.

Outra medida importante é a não aplicação da infraestrutura executada no passado nos moldes de modificação direta no canal do corpo hídrico, como a canalização e impermeabilização, sendo mais importante a preservação da cobertura vegetal do corpo hídrico.

As medidas estruturais são efetivas de forma pontual, podendo ser revertidas de acordo com a mudança dos interesses dos agentes sociais, mas as medidas não estruturais como a aplicação da política de educação ambiental se mostram bastante eficazes a longo prazo. Esse tipo de ação aumenta o nível de conhecimento dos

agentes sociais sobre a dinâmica natural no meio físico, tornando-a capaz de lidar com os efeitos do perigo, diminuindo drasticamente a sua vulnerabilidade ambiental.

O médio curso da BHC possui uma dinâmica diferente pelo fato do mesmo ter uma dinâmica de produção do espaço bastante consolidada. Essa área demonstra um processo de degradação do corpo hídrico bastante avançado, que consiste na extinção de vários lagos e nascentes que abastecem o igarapé Caranã, canalização do canal e impermeabilização do solo, além da proximidade das residências em relação ao canal do igarapé do Santa Tereza como demonstra a figura 71.

Figura 71 - Imagem da obra de canalização do igarapé Santa Teresa, afluente do corpo hídrico principal da BHC.



Fonte: Projeto Hydros – Programa Petrobras Ambiental (2009).

Os impactos diretos nos afluentes aumentam a carga hídrica do canal, potencializando os efeitos da inundação, esse mesmo canal demonstrava episódios constantes de inundações e alagamentos sendo agravado pela proximidade das residências. Infelizmente, a reestruturação do espaço urbano demanda tempo e recursos.

Portanto, a sugestão consiste na desapropriação e indenizar a população da área em torno das nascentes do corpo hídrico principal, localizado no bairro Santa

Tereza e recuperar a mata ciliar para que a carga de sedimento não possa diminuir a profundidade do canal.

Ainda, no médio curso é importante analisar os resultados considerando os possíveis eventos no futuro. Diante disso, a margem esquerda do corpo hídrico precisará de uma atenção especial do poder público pelo fato do mesmo possuir uma vulnerabilidade ambiental alta, ainda mais demonstrando esse tipo de resultado com poucas pessoas alocadas nessa área.

Com base nos resultados, é aconselhável criar um planejamento em relação a especulação imobiliária considerando o grau de inclinação e a proximidade do limite de inundação do corpo hídrico principal. Uma dinâmica de ocupação desenfreada próxima à margem esquerda pode acarretar em problemáticas ambientais para o canal, aumentando a área de alcance da inundação.

Em caso de ininterrupção do processo de ocupação dessa área, é aconselhado não só seguir a distância mínima de 30 metros estipulado pelo Código Florestal como explicitado em Brasil (2012), considerando também a distância mínima de 30 metros de lagos e lagoas naturais em zonas urbanas, mas também considerar a não ocupação de sua planície de inundação.

Já o baixo curso da bacia hidrográfica Caranã consiste em uma área consolidada pelo processo de ocupação, sendo composto por residências em sua margem direita, e sítios em sua margem esquerda. Nessa área, foi possível observar infraestruturas que seguem os mesmos modelos das obras executadas no passado, como demonstra a figura 72.

Figura 72 - (A) Imagem da ponte que liga o bairro União ao Cidade Satélite com alteração na margem do igarapé Caranã tornando o canal instável no ano de 2017. (B) imagem panorâmica da ponte sobre o corpo hídrico principal da BHC mostrando a retirada da mata ciliar.



Fonte: (B) Caleffi (2018), (A) Santos (2018).

São obras que modificam a margem do igarapé degradando o canal, aumentado a área impermeável e, por consequência, retirando a mata ciliar que envolvia o corpo hídrico. Em um cenário futuro, o revestimento feito na margem do canal pode desgastar e obstruir o canal criando uma barreira que estrangulará o curso d'água, provocando o assoreamento do mesmo. Esse modelo adotado vem se mostrando ineficiente para sanar ou mitigar os efeitos das inundações na cidade (ARAÚJO JÚNIOR, 2016).

A área de foz do igarapé Caranã é considerada um local com alto grau de vulnerabilidade ambiental. Essa análise é sustentada pelo fato que essa área foi atingida pelo evento de cheia extraordinária de 2011. A população desse local é constantemente atingida por inundações com menor tempo de retorno, fato que eleva ainda mais a vulnerabilidade desses agentes sociais como demonstra a figura 73.

Figura 73 - Cheia extraordinária de 2017 atingido a planície inundação do igarapé Caranã e Rio Cauamé. (B) imagem da área inundada próxima a foz do corpo hídrico principal da BHC.



Fonte: (A) Caleffi (2018), (B) Santos (2018).

Diante disso, é sugerido que a área compreendida entre a planície de inundação, tanto do leito do corpo hídrico principal da BHC, quanto a do Rio Cauamé, seja desapropriada e realocada a popula o mediante a indeniza o. Também, pode ser adotada a recupera o da mata ciliar, criando um novo ambiente, mas semelhante às condi es naturais, onde a dinâmica biofísica possa se instalar naturalmente.

Em síntese, as medidas estruturais são de grande importância para mitiga o da vulnerabilidade ambiental da BHC. Mas, a preven o ainda   a melhor medida para se evitar o aumento do grau de vulnerabilidade, medidas como a educa o ambiental aplicada perante a sociedade a médio ou longo prazo podem mitigar essas áreas vulneráveis.

Também, a análise multitemporal ajudou a compreender a dinâmica de uso e cobertura da BHC indicou os locais degradados pela a o antrópica. Isso torna possível a aplica o de medidas de curto e médio prazo desacelera o avanço das áreas urbanas para as áreas vulneráveis ambientalmente, a exemplo, as áreas de nascentes e a margem esquerda do corpo hídrico a BHC.

Para a minimiza o, os efeitos da inunda o nessas áreas vulneráveis,   importante que o debate antecedente às políticas públicas tenha uma ampla participa o de todos os agentes sociais, em especial, os grupos excluídos na formula o das normas e modelos que possam ajudar tanto a sociedade, quanto o

meio ambiente. E isso se confirma com a fala de David Harvey (1974), que nós somos seres humanos lutando, como todos os outros seres humanos, para controlar e melhorar as condições sociais da nossa própria existência.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O panorama espaço-temporal da cidade de Boa Vista mostrou a evolução rápida da mancha urbana da cidade durante o período de 1985 a 2018, os agentes sociais tiveram um papel importante na produção do espaço ao decorrer de 32 anos.

Essa análise espaço-temporal só foi possível com utilização das geotecnologias aplicando técnicas de classificação supervisionadas através de softwares como o ArcGis 10.3, essa técnica permitiu fragmentar o espaço em diferentes seguimentos, sendo aspectos físicos (solo, relevo, vegetação hidrográfica entre outros) e sociais como as ocupações urbanas.

A classificação supervisionada demonstrou um aumento de 34% do tecido urbano de Boa Vista durante uma linha tempo-espacial de 33 anos, esse avanço no perímetro urbano comprova como as relações sociais moldam o espaço geográfico, do mesmo modo, a classificação supervisionada comprovou que as ocupações urbanas dentro da bacia hidrográfica Caranã obteve um aumento de 63% ao longo de 33 anos, esse fato, mostra que o processo de ocupação vem asfixiando cada vez mais os recursos naturais que existem na BHC, em especial, o sistema lacustre da zona oeste de Boa Vista.

A classificação também mostrou alguns efeitos oriundos do processo de ocupação estimulada pelos agentes sociais em especial o Estado, essa dinâmica mesmo sendo orientada pelos Plano Direto de 1991 e 2006 mostrou-se ineficaz na diminuição das problemáticas ambientais e isso é mostrado através das ocupações em direção da zona oeste da cidade, onde se encontram importantes nascentes e lagos conectados ao igarapé Caranã.

As ferramentas do software ArcGis 10.3 como por exemplo a ferramenta *Slope* se mostraram eficazes na delimitação de elementos físicos como por exemplo a declividade, entre outros. Esses elementos foram importantes para a delimitação da vulnerabilidade física da BHC.

O mapa altimétrico demonstrou que a bacia hidrográfica Caranã possui cotas com grande probabilidade de serem atingidas pelas cheias extraordinárias. A inundação do ano de 2011 alcançou uma altura aproximada de 10 metros com o tempo de retorno de 34 anos, em termos absolutos 13% da BHC tem a probabilidade de ser atingida por uma inundação em um tempo de retorno de até 50 anos.

A delimitação da vulnerabilidade física da bacia hidrográfica Caranã só foi possível através da aplicação do sistema de pesos com base no grau de importância das variáveis estudadas (declividade, altimetria, uso e cobertura do solo e limite de

inundação), essa técnica mostrou-se eficaz no apontamento de áreas vulneráveis fisicamente dentro da BHC, como por exemplo, as áreas de nascentes e foz do igarapé Caranã.

As atribuições dos pesos para as variáveis físicas foram decididas em volta das condições ambientais, a primeira foi a altimetria, essa variável e ligada a variação altimétrica do terreno estudado, neste caso foi um terreno plano com variação de 60 a 80 metros, culminando no peso de 0,15.

A variável declividade teve uma importância muito grande na delimitação da vulnerabilidade física por se tratar de uma área que varia de 1° a 3° de inclinação caracterizando uma superfície com pouca rugosidade, esse fato permite que eventos de inundação alcance grandes proporções de danos a população de Boa Vista, essas informações levaram a atribuir o peso de 0,25 para a variável declividade, sendo a segunda com maior peso no grau de importância.

A atribuição do peso 0,50 para o limite de inundação foi associado a área atuante dos eventos de cheias extraordinárias ao longo de 42 anos, eventos como de 2011 são fenômenos ocorrentes que variam sua intensidade conforme o período de retorno que pode ser de até 100 anos é esse fato atribuiu o maior grau de importância para a variável limite de inundação.

Para as variáveis sociais, as atribuições dos pesos tiveram como base as características sociais como renda, escolaridade, faixa etária, gênero, tipo de residência e pessoas por domicílio. Cada variável permite ao indivíduo resistir, adaptar ou voltar a seu estado original (resiliência), a variável renda per capita tem o maior grau de importância pelo fato dos indivíduos possuírem recursos socioeconômicos para locomover-se para longe do perigo e reconstruir suas moradias danificadas mediante a seguros.

A variável escolaridade foi atribuída o peso de 0,25 pelo fato dos indivíduos possuírem conhecimento formal dos mecanismos jurídicos, além do conhecimento para acionar as autoridades competentes durante o perigo de inundação.

A faixa etária foi atribuída o peso 0,17 através do condicionamento físico de acordo com a idade, o gênero com o peso de 0,12 através do sexo feminino e masculino considerando a vantagem de massa muscular e força. O tipo de materiais usados na residência, adquiriu um peso de 0,05 pelo fato dos diferentes materiais possuírem resistência distintas aos efeitos da inundação como o caso da alvenaria e

por último a quantidade de pessoas por domicílio, neste caso, o peso de 0,04 foi atribuído com base na quantidade de pessoas atingidas pelo perigo de inundação.

Com a técnica de grau de importância, foi possível apontar dentro na bacia hidrográfica Caranã áreas com vulnerabilidade social, para esse caso específico o embasamento foi diretamente associado a questões geográficas como característica do ambiente físico e categorias sociais, o sistema de pesos fundamentados na relação da sociedade com o meio ambiente, essa ação se mostrou eficiente no apontamento de áreas com pessoas em situação vulnerável. A aplicação do grau de importância para variáveis sociais mostrou que áreas localizadas no bairro Cidade Satélite, União e Jardim Caranã possuem indivíduos com alto grau de Vulnerabilidade social.

A delimitação da vulnerabilidade física e social só foi possível com a aplicação das expressões matemática para ponderar as variáveis e transformar esses dados em mapas de sínteses, essa expressão aplicada a ferramenta *Raster Calculator* demonstrou diferentes áreas na BHC com distintos níveis de vulnerabilidade tanto social quanto físico.

Essa mesma técnica aplicada aos mapas de sínteses (vulnerabilidade social e vulnerabilidade física) gerou o mapa de vulnerabilidade ambiental, esse mesmo mapa de síntese demonstrou que 40% da bacia hidrográfica Caranã possui um alto grau de vulnerabilidade ambiental é essa análise engloba uma área pouco ocupada que é a margem esquerda do igarapé Caranã mais precisamente no Bairro Murilo Teixeira Cidade.

As análises demonstram que as políticas públicas deveriam estar alinhadas aos interesses de todos os agentes sociais, esse fato fortalece a dinâmica de interação desses componentes sociais, por outro lado, esses mesmos interesses devem andar em paralelo a preservação dos recursos naturais da bacia hidrográfica Caranã, caminhando para que essas áreas vulneráveis ambientalmente possam ser diminuídas ou até mesmo extintos da BHC.

Diante dessas problemáticas voltadas a áreas vulneráveis ambientalmente é importante adotar medidas estruturais mais eficientes para diminuir o grau de vulnerabilidade, do mesmo modo, medidas não estruturais com políticas de conscientização para sociedade, ações de educação ambiental seriam excelentes meios para mitigar o grau de vulnerabilidade ambiental da BHC.

Nesse mesmo sentido, ações de educação ambiental poderiam ter uma melhor disseminação se houvesse parcerias entre entidades do poder público com por

exemplo Defesas Civis do estado e municípios e órgãos federais no intuito de criar projetos voltados a conscientização dos riscos de inundações e alagamentos.

Diante da problemática voltada a ambientes vulneráveis o uso das geotecnologias mostrou-se eficaz na delimitação da vulnerabilidade ambiental, mas também na sugestão de dados para se criar diagnósticos no intuito de usar com eficiência os recursos naturais, permitindo que política públicas voltadas ao uso do solo possam estar em paralelo com a conscientização ambiental.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, V. S. et al. Metodologia para análise da vulnerabilidade socioambiental: estudo de caso na macrorregião da Costa Verde. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 65/3, p. 555-570, 2013.

ALMEIDA, L. Q, **Vulnerabilidade socioambientais de rios Urbanos: Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho, Região metropolitana de Fortaleza, Ceará.** 2010. 278p. Tese (doutorado) – Instituto de Geociências e ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.

ALVES, H. P. F, Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **R. bras. Pop.**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, jan./jun. 2006

ALVES, S. A, **Quando a rua vira rio: vulnerabilidade socioambiental urbana.** 1. ed. Curitiba: Appris, 2017, 233 p.

ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R, **Uso do solo e risco à inundação na cidade de Boa Vista-RR.** 2016. 140p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2016.

BACKER, B. K, **A urbe amazônica: a floresta e a cidade,** Garamond, ed. 1, Rio de Janeiro, 88 p, 2013.

BARREDO, J. L, **Sistemas de información geográfica y evaluación multicritério em la ordenación del território.** 1. ed. Madrid: RA-MA, 2005. 304 p.

BATISTA, A. N, **Políticas Públicas e produção do espaço urbano de Boa Vista-Roraima (1988-2011).** 2013. 167p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

BECK, U. **Sociedade global de risco: na busca da segurança perdida.** Publicado em alemão como: Weltrisikogesellschaft: auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit. Frankfurt am Main: Suhrkamp, p. 200, 2007.

BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. Geomorfologia do estado de Roraima por imagens de sensores remotos. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S (Org.). **Roraima 20 anos: as geografias de um novo estado.** Boa Vista: Editora da UFRR, 2008. p. 168-193.

BOA VISTA, Lei n. 244, de 06 setembro de 1991. Dispõe sobre a promoção do desenvolvimento urbano, zoneamento, uso e cobertura do solo, sistema viário, parcelamento do solo e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 set. 1991.

_____, Lei complementar nº 924, de 28 de novembro de 2006. Dispõe sobre o plano Diretor Estratégico e Participativo de Boa Vista e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Boa Vista**, Boa Vista, RR, 30 nov. 2006a.

BOGARDI, J. BRAUCH, H-G. Global environmental change: a challenge for human security-defining and conceptualising the environmental dimension of human security. In: **UNEO-towards na international environment organization – approach to a sustainable reformo f global envitonmental governance,** Baden-Baden: Nomos, 2005, p. 85-99.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental.** 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

BRAUCH, H. G, **Threats, challenges, vunerabilityes and risks in environmental and human security.** n. 1, Publication series of UNU-EHS, 2005, 104 p.

BRASIL, Lei n. 10.257 de 10 de julho de 2001, **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadão**, Câmara dos Deputados, Brasília, 2001, 274 p.

_____, Lei n. 4771 de 15 de setembro de 2012, **Código Florestal**, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> acessado no 09/08/2017.

BURROUGH, P. A. **Principles of information system: methods and requirements for landuse planning**, Clarendon, Oxford, 1986.

BURG, I. P, FALCÃO, M. T, 9º Simpósio Nacional de Geomorfologia, 9, 2012, Rio de Janeiro, Análise do processo de expansão da malha urbana de Boa Vista-Roraima sobre os recursos hídricos, através do uso do Sistema de Informação Geográfica, **Anais...**, Rio de Janeiro, 2012.

CAMPOS, D. C. **Dinâmica de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Arroio dos Pereiras em Irati – PR e sua influência na qualidade das águas superficiais**. 2008. 110p. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

CARLOS, A. F. A. **O espaço urbano: novos escritos sobre a Cidade**. 1. Ed. São Paulo: FFLCH, 2007, 123p.

CARVALHO, G. A, LEITE, D. V. B, Geoprocessamento na gestão urbana municipal – a experiência dos municípios mineiros Sabará e Nova Lima, in: XIV simpósio Brasileiro de sensoriamento remoto, 2009, **Anais...** Natal, 2009, p. 3643-3650.

CASTRO, S. D. A, Riesgos y peligros: una vision desde la geografia. **Revista electrónica de geografia y ciencias sociales**, Barcelona, n. 60, mar. 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2º ed. São Paulo: Blucher, 1980.

_____. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização no mundo tropical. In: SOUZA, M. A et al. (Orgs). **O novo Mapa do mundo natureza e sociedade de hoje: uma leitura geográfica**. São Paulo: Hucitec, 1993.

CORDOVEZ, J. C. G.I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Aracaju, 10, 2002, Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana, **Anais...**, Aracaju, 2002, 19 p.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 1989. 94 p.

COSTA, J. A. V.; COSTA, N. S. R.; REIS NETO, R. P. A. Indícios de drenagens urbana rumo à extinção: o caso dos igarapés da grande Boa Vista. **Textos & Debates**, v. 1, n. 7, p. 64-70, 2004.

CUTTER, S. L. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, 19 may. 2003. v. 84, p. 242-261.

_____. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Critica de Ciência Sociais**, Lisboa, v. 93, p. 58-69, juin. 2011.

DOWNING, T. E. et al. **Intergration social vulnerability in to water management**, 1. ed. Stockholm Environment Institute, 2005, 37 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Súmula da 10 Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro. (Embrapa - SNLCS. Micelânea, 1), 1979. 83 p.

FARINA, F. C, **Utilização de técnicas de sensoriamento e sistemas de informação geográfica para a definição de áreas aterradas marginais a enseada da mangueira**. 1999. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação) – Departamento de Geociência, FURG, Rio Grande do Sul, 1999.

_____, Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana. **Cadernos EBAPE**, Brasília, v. 4, n. 4, p. 1-13, dez. 2006.

FERNANDES, S. W. R, **Contribuições da ciência geográfica as Políticas Pública**. 2015. 221 p. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

FITZ, P. R, **Geoprocessamento sem complicação**. 1. ed. Oficina de Texto, 2008, 160 p.

FREY, K. Políticas Públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil. **Planejamento e Políticas públicas**. Brasília, n. 21, p. 211-259, jun. 2000.

GAMBA, C. RIBEIRO, C. W, Indicador e avaliação da vulnerabilidade socioambiental no município de São Paulo. **GEOUSP- Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 31 especial, p. 19-31, 2012.

GARCIA, Y. M, **Conflitos de uso do solo em APPs na bacia hidrográfica do Córrego Barra Seca (Pederneiras/SP) em função da legislação ambiental**. 2014. 141p. Dissertação (Mestrado de Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

GRANELL-PÉREZ, M. D. C. **Trabalhando geografia com as cartas topográficas**. Ijuí-RS:UNIJUÍ, 2004.

HARVEY, D. What kind of geography for what kind of public policy?. **Royal Geographical Society**, British, n. 63, p. 18-34, nov. 1974.

HIGASHI, R. A. R, **Metodologia de uso e cobertura dos solos de cidades costeiras Brasileiras através de SIG com base no comportamento geotécnico e ambiental**. 2006. 486p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Censo demográfico 2010**. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 07 de julho 2018.

IWAMA, A. Y, et al. Risco, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas: uma abordagem, interdisciplinar, **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XIX, n. 2, p. 95-118, abr./jun. 2016.

LAVINAS, L. **Pobreza e Exclusão: tradução regionais de duas categorias da prática**, Econômica, v. 4, n. 1, p. 25-59, junho/ 2003.

LEITE, M. E, ROSA, R. Geografia e geotecnologias no estudo urbano. **Caminhos de Geografia**, v. 17, p. 180-186, fev. 2006.

LOMBARDO, M. A, MACHADO, R. P. P, Aplicação das técnicas de sensoriamento remoto e sistema de informações geográfica nos estudos urbanos, **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 10, 1996.

LONGLEY, P. A. et al. **Sistema de ciência da informação geográfica**. 3. ed. Bookman, 2013, 560 p.

MAGALHÃES, D. **Roraima: informações históricas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Graphos, 1986. 157 p.

MANFIO, V, SEVERO, M. D, A geografia e a escola repensando a cidade em sala de aula: uma proposta metodológica, **Revista Perspectiva Geográfica**, Paraná, v. 9, n. 10, p. 1-15, mar/jun. 2014.

MARANDOLA JR. E, HOGAN, D. J, Natural Hazards: os estudos geográficos dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 2, p. 2-17, jul./ dez. 2004a.

_____. O risco em perspectiva: tendências e abordagens, **Geosul**, Florianópolis, v. 19, n. 38, p. 25-58, jul./dez. 2004b.

_____. As dimensões da vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 33-43, jan./ mar. 2006.

_____, Vulnerabilidade a perigo naturais nos estudos da população e ambiente. In: HOGAN, D. J, (Org.). **Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenário para o desenvolvimento brasileiro**. 1. ed. Campinas: Núcleo de Estudos de população-Nepo, 2007a, 240 p.

_____. Em direção a uma demografia ambiental?; avaliação e tendências dos estudos de população e ambiental no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Campinas, v. 24, n. 2, 2007b.

MELLO-THÉRY, N. A, **Território e gestão ambiental na Amazônia: terras públicas e os dilemas do Estado**, 1. ed. São Paulo, Annablume, 2011. 200 p.

MENESES, M. E. N. S.; COSTA, M. L.; COSTA, J. A. V. Os lagos do lavrado de Boa Vista - Roraima: fisiografia, físico-química das águas, mineralogia e química dos sedimentos. **Revista Brasileira de Geociências**, [S.l.], v. 37, n. 3, p. 478-489, 2007.

MINEIRO, F, **Crimes ambientais em Natal**: Dito e Feito 2 – meio ambiente, Natal, 2001, v.7, 97p.

MONTEIRO. C. A. F, **Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. 1. Ed. Florianópolis: UFSC, 1991. 241p.

MOTA, L. H. S. O, VALLADARES, G. S, Vulnerabilidade à degradação dos solos da bacia do Acaraú. Ceará. **Revista Ciência agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 39-50, jun./mar. 2011.

NIERO, M. FORESTI, C. Utilização de dados landsat no monitoramento de expansão urbana da Grande São Paulo, em áreas de proteção aos mananciais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto, 1982, **Anais...** Brasília, 1982, v. 2, p. 867.

OLIVEIRA, B. C. **A Constitucionalidade e a importância dos Planos Diretores para os Municípios paulistas de pequeno porte**. 2007. 147 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Centro Universitário de Araraquá, São Paulo, 2007.

OLIVEIRA JÚNIOR, Z. **Áreas de preservação permanente urbana dos cursos d'água**, 1. ed. Curitiba, Juruá, 2014, 224p.

PEROTTO, M. A. **A influência da legislação ambiental no uso e conservação da bacia hidrográfica do Rio Maquiné (RS), no período de 1964 a 2004**. 2007. 148p. Dissertação (Mestrado de Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

POLLO, R. A. **Diagnóstico do uso do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso no município de São Manuel (SP), por meio de geotecnologias**. 2013. 74p. Dissertação (Mestrado de Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

REBELO, F. **Riscos Naturais e Ação Antrópica**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2003.

ROSA, R. BRITO, J. L. S, **Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica**, Uberlândia, 1. ed. Universidade Federal de Uberlândia, 1996.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2008.

SANTOS NETO, A. P. R, **Análise hidrogeomorfológica da dinâmica das bacias dos igarapés Frasco e Auai Grande no perímetro da área consolidada e de expansão urbana no município de Boa Vista-RR a partir do uso de geotecnologias**. 2014. 89 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2014.

SANDER, C. et al. Cheias do Rio Branco e eventos de inundação na cidade de Boa Vista, Roraima. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 6, n. 12, p, 41-57, 2012.

SCHNEIDER, R. M, et al. Estudos da influência do uso e cobertura de solo na qualidade da água de dois córregos da Bacia hidrográfica do rio Pirapó. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 295-303, nov. 2011.

SCHUSSEL, Z. G. L, O desenvolvimento urbano sustentável- uma utopia possível, **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, n. 9, p. 57-67, jan. / jun. 2004.

SERPA, A. Políticas Públicas e o papel da geografia. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, número especial, p. 37-47, out. 2011.

SILVA, A. B, **Sistema de informações Geo-referenciadas – conceitos e fundamentos**, 1. ed. Unicamp, 2003, 232 p.

SILVA, J. X. O que é geoprocessamento, **Revista do CREA**, Rio de Janeiro, out./nov. 2009.

SILVA, S. P. A. A abordagem territorial no planejamento de políticas e os desafios para uma nova relação entre Estado e sociedade no Brasil. **Cadernos de Gestão Públicas e Cidadania**. São Paulo, v. 17, n. 60, p. 1-21, 2012.

SIMÃO, A. J. V. **Os sistemas de informação geográfica na gestão dos planos municipais de ordenamento territorial**. Relatório Técnico. Coimbra: Montermor-o Velho, 1990.

SIMÕES FILHO, F. et al. Registros sedimentares de lagos e brejos dos campos de Roraima: Implicações paleoambientais ao longo do Holoceno. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J.G.; CASTELLON, E. G. (Org.) **Homem, Ambiente e Ecologia no estado de Roraima**. Manaus, INPA, 1997. p. 295-302.

SOUZA, C. Política Pública: uma revisão da literatura. **Sociologia**. Porto Alegre, v. 8, n. 16, p. 20-45, jul./dez. 2006.

SOUZA, V. **Atlas dos igarapés urbanos de Boa Vista-Roraima**. Boa Vista: Editora da UFRR, 2010. 62p.

SOUZA, I. M, **Sensoriamento remoto orbital aplicado a estudos urbanos**, IMPE, São José dos Campos, 2012, p. 39.

SUBUSIANI, H. R. V, BETTINE, S. C, Metodologia de análise do uso e cobertura do solo em micro bacia urbana, **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 256-285, jan/abr. 2011.

SUERTEGARAY, D. M. A, Espaço geográfico uno e múltiplo, **Revista Eletrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, n. 93, julio. 2001.

TEIXEIRA, V. Políticas públicas: alguns apontamentos para a agenda de geografia brasileira. **Revista de Geografia**, Recife, v. 33, n. 3, p. 1-21, mar. 2016.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da drenagem urbana, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, V. 7, n. 1, p. 5-27, jan/mar. 2002.

TRAVASSOS, I. S, et al. Secas, desertificação em políticas pública no semiárido nordestino brasileiro. **Revista OKARA: geografia em debate**. João Pessoa, v. 7, n. 1, p. 147-164, 2013.

UMBELINO, G. J. M, **Proposta metodológica para avaliação da população residente em áreas de risco ambiental o caso da bacia hidrográfica do Córrego do Onça/MG**. 2006. 241p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

VAEZA, R. F, et al. Uso e cobertura em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução, **Flor@am – floresta e ambiente**, v. 17, n. 1, p. 23-29, jan/jun. 2010.

VERAS, A. T. R. **A produção do espaço urbano e Boa Vista – Roraima**. 2009. 235 p. Tese (Doutorado em Geografia Humana) Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

VERAS, A. T. R, SOUZA, V. Panorama socioambiental do igarapé Caranã, Boa Vista-Roraima, **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 6, n. 12, p. 85-95, mai./ ago. 2012.

VIGNOLI, J. R, **Vulnetabilidad e grupos vulnerables: um marco de referencia conceptual mirado a los jóvenes**. Santiago do Chile, Nações Unidas, 2001.

WESTEN, C. J, Landslide hazard and risk zonation: why is it still so difficult?. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, v. 65, p. 167-184, may. 2006.

WHITE, A. V; BURTON, I. Environmental risk assessment. London; **John Wiley & Sons**, 1980. 157 p.

WISNER, et al. **At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**, 2. ed. UNDP, 2003, 134 p.