

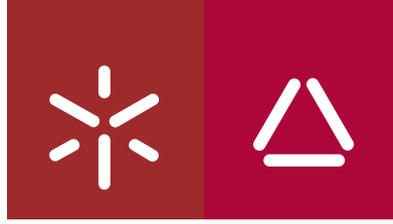


Aplicação de Sistemas de Informação Geográfica à Análise de Vulnerabilidades Socioambientais Causadas pelo Uso e Ocupação de Áreas de Influência Fluvial na Amazônia Brasileira

Rony Iglecio Leite de Andrade

Universidade do Minho
Instituto de Ciências Sociais





Universidade do Minho
Instituto de Ciências Sociais

Rony Iglecio Leite de Andrade

**Aplicação de Sistemas de Informação
Geográfica à Análise de Vulnerabilidades
Socioambientais Causadas pelo Uso e
Ocupação de Áreas de Influência Fluvial na
Amazónia Brasileira**

Tese de Doutoramento
Doutoramento em Geografia
Especialidade de Geografia e Planeamento Regional

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Vítor Patrício Rodrigues Ribeiro
e da
**Professora Doutora Paula Cristina Almeida
Cadima Remoaldo**

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



Atribuição-NãoComercial

CC BY-NC

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela possibilidade de pensar, construir, existir e viver. Pelos dons e pela força nos momentos difíceis. Também aos meus pais, pelo apoio moral e educacional, por possibilitarem a minha formação não apenas profissional, mas também social e humana.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Vitor Ribeiro e Professora Doutora Paula Remoaldo, pelo suporte, acompanhamento, incentivo, paciência e apoio na produção de ideias e reflexões que se consolidaram na forma desta investigação.

À Universidade do Estado do Amazonas (UEA), pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta investigação. Dedico aqui uma parte especial ao Senhor Reitor, o Doutor Cleinaldo Costa, pelo incentivo e apoio no início desta caminhada.

A todos os meus colegas professores, funcionários e parceiros de trabalho na UEA, em especial aos professores Wendell Teles, Rita Falcão, Artemísia, Marcella Cunha, Jorge Barbosa, Sebastião, Roberto Farias e Patrick.

Aos meus amigos, colegas de doutoramento, Sara Catarina Silva, Hélder Lopes, Ricardo Gôja, Catarina Pinheiro e José Rocha, pelos momentos partilhados com muita aprendizagem e troca de experiências.

Aos meus queridos amigos Juliana Alves, Pedro Jorge e Ângelo Moura pelo acolhimento, sabedoria, amizade e apoio nos momentos bons e mais difíceis da caminhada.

Ao Jota e à Liliane pelo apoio enquanto estive ausente de minha casa. Sem vocês tudo seria mais difícil.

A todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desta tese. Reconheço que sem vocês não seria possível a realização desta pesquisa.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Resumo

Aplicação de Sistemas de Informação Geográfica à Análise de Vulnerabilidades Socioambientais Causadas pelo Uso e Ocupação de Áreas de Influência Fluvial na Amazônia Brasileira

A presente investigação teve como objetivo principal a construção de um modelo que pode auxiliar na identificação de áreas com vulnerabilidades socioambientais em espaços de influência fluvial e na Amazônia brasileira. Foi utilizado como território de estudo o município de Tabatinga, que faz fronteira com a Colômbia e o Peru e que sofre influência da dinâmica do rio Solimões. Foram usadas fontes primárias e secundárias. As fontes primárias, tendo por base imagens de satélite, conduziram à elaboração de cartografia temática dos elementos ambientais e das formas de uso e ocupação do território. Também foram aplicados inquéritos por questionário aos grupos populacionais residentes no centro urbano de Tabatinga. As fontes secundárias foram extraídas de bases de dados de instituições públicas centrando-se em informação socioeconômica da população, sendo posteriormente utilizada na elaboração do modelo cartográfico. Os SIG foram importantes para a construção dos mapeamentos e necessários para a conjunção dos indicadores de vulnerabilidades no modelo, compondo quatro dimensões: A – Ambiental, B – Socioeconômica, C – Infraestrutural e Institucional e D – Individual. Para cada uma dessas dimensões foi elaborado um índice de vulnerabilidade classificando os setores censitários de Tabatinga em cinco níveis de vulnerabilidade (Muito Baixo, Baixo, Médio, Elevado e Muito Elevado). Os resultados revelaram que as áreas de ocupação indígena apresentaram, ao nível do município, um índice de vulnerabilidade socioambiental muito elevado, considerando os níveis de pobreza e a ausência de infraestruturas básicas (energia, água potável e saneamento). Ao nível do núcleo urbano, observou-se que os setores adjacentes à orla fluvial e os mais afastados do centro, caracterizaram-se como áreas de elevada vulnerabilidade socioambiental, em razão da maior instabilidade ambiental, nas planícies fluviais, com risco de inundações e erosão, assim como dos aglomerados residenciais sem infraestruturas básicas. Constatou-se que as áreas com elevadas vulnerabilidades ambientais são também aquelas onde se verificam elevadas vulnerabilidades socioeconômicas e infraestruturais. Espera-se que esta investigação contribua para a formulação de políticas públicas nos espaços fluviais, de modo a induzir usos adequados às potencialidades dos ambientes.

Palavras-Chave: Amazônia, Impacte Socioambiental, Sistema de Informação Geográfica, Tabatinga, Vulnerabilidade e Risco.

Abstract

The Application of Geographic Information Systems to the Analysis of Socioenvironmental Vulnerabilities Caused by the Use and Occupation of Fluvial Influence Areas in the Brazilian Amazon

The main objective of this research was to build a model that can help in the identification of areas with socio-environmental vulnerabilities in spaces of fluvial influence and in the Brazilian Amazon. The municipality of Tabatinga, which borders Colombia and Peru and is influenced by the Solimões River dynamics, was used as study territory. Primary and secondary sources were used. The primary sources, based on satellite images, led to the elaboration of thematic cartography of the environmental elements and the ways of use and occupation of the territory. Questionnaire surveys were also applied to population groups living in the urban center of Tabatinga. The secondary sources were extracted from databases of public institutions focusing on socio-economic information of the population and were later used in the elaboration of the cartographic model. GIS were important for the construction of the mapping and necessary for the conjunction of vulnerability indicators in the model, composing four dimensions: A - Environmental, B - Socio-economic, C - Infrastructure and Institutional and D - Individual. For each of these dimensions a vulnerability index was elaborated classifying Tabatinga's census sectors in five vulnerability levels (Very Low, Low, Medium, High and Very High). The results revealed that the areas of indigenous occupation presented a very high socio-environmental vulnerability index at the municipality level, considering the levels of poverty and the absence of basic infrastructure (energy, drinking water and sanitation). At the urban core level, it was observed that the sectors adjacent to the riverbank and those furthest from the center were characterized as areas of high socio-environmental vulnerability, due to greater environmental instability, in river plains, with risk of flooding and erosion, as well as residential settlements without basic infrastructure. Areas with high environmental vulnerabilities were also found to be those with high socioeconomic and infrastructural vulnerabilities. This research is expected to contribute to the formulation of public policies in river spaces, in order to induce uses appropriate to the potential of the environments.

Keywords: Amazon, Socio-environmental Impact, Geographic Information System, Tabatinga, Vulnerability and Risk.

ÍNDICE GERAL

Lista de Figuras	x
Lista de Quadros	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xix
Introdução	1
Pressupostos gerais.....	1
Justificação do território objeto de estudo.....	7
Objetivos da investigação.....	9
Referencial teórico-metodológico	10
Estrutura da tese	13
PARTE I. VULNERABILIDADES E RISCOS SOCIOAMBIENTAIS E A APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NOS ESTUDOS DOS ESPAÇOS DA AMAZÓNIA	16
1. Uma vulnerabilidade global construída localmente	19
1.1 Nota introdutória	19
1.2 A ocorrência de fenômenos extremos à escala internacional e do Brasil	19
1.3 Aspectos teórico-metodológicos dos conceitos de risco e de vulnerabilidade	29
1.3.1 Enfoque dos estudos de vulnerabilidade e risco nas Ciências Sociais e na Geografia.....	29
1.3.2 As componentes envolvidas na análise das vulnerabilidades socioambientais	40
1.3.3 A integração dos conceitos de vulnerabilidade e de risco socioambiental no entendimento das problemáticas locais	44
1.4 Análise estatística e comparativa das investigações sobre riscos e vulnerabilidades	60
1.5 Notas conclusivas.....	75
2. Os Sistemas de Informação Geográfica na análise da vulnerabilidade e risco	78
2.1 Nota introdutória	78
2.2 A informação geográfica e sua representação espacial ao longo da história	78
2.2.1 Principais períodos da evolução da informação geográfica e da sua representação espacial	79

2.2.2 A evolução dos SIG na Europa	93
2.2.3 A evolução dos SIG no Brasil.....	97
2.3 Estruturas, funções e representações nos SIG e a sua aplicação nos estudos de vulnerabilidade e risco.....	100
2.4 As geotecnologias e as suas aplicações nos estudos de vulnerabilidade e risco na Amazónia.....	108
2.5 Análise estatística e comparativa das investigações sobre vulnerabilidade e risco com uso dos SIG	113
2.6 A vulnerabilidade integrativa nos ambientes SIG.....	124
2.7 Notas conclusivas.....	128
PARTE II. USO E OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA FLUVIAL NA AMAZÓNIA: CONTRIBUTOS PARA O PLANEAMENTO SÓCIO-ESPACIAL DO MUNICÍPIO DE TABATINGA	131
3. Caraterização da área de estudo e dos cenários de risco e de vulnerabilidade socioambiental em Tabatinga	133
3.1 Nota introdutória	133
3.2 Contextualização histórica: o processo de formação socio-espacial e a ocupação da Amazónia, do Alto Solimões e de Tabatinga	134
3.3 Contextualização geográfica: análise geoambiental e socioeconómica de Tabatinga	142
3.3.1 Caraterização e contextualização territorial de Tabatinga	142
3.3.2 A região Norte brasileira e o Estado do Amazonas	145
3.3.3 A microrregião do Alto Solimões e o município de Tabatinga.....	160
3.4 Notas conclusivas.....	214
4. Pressupostos metodológicos, caraterização das amostras e obtenção dos dados	217
4.1 Nota introdutória	217
4.2 Abordagem metodológica	217
4.3 Fontes de dados e análise estatística descritivo-bibliométrica	222
4.3.1 Fontes primárias.....	222
4.3.1.1 Inquéritos	223
4.3.1.2 Levantamento de registos fotográficos.....	224
4.3.1.3 Levantamento de informações cartográficas inexistentes	225

4.3.2 Fontes secundárias.....	233
4.4 Indicadores para a compreensão das vulnerabilidades socioambientais.....	235
4.5 Construção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental e mapeamento das áreas vulneráveis e de risco em Tabatinga.....	242
4.6 Notas conclusivas.....	250
5. Níveis de vulnerabilidade socioambiental em Tabatinga e percepção dos residentes .252	
5.1 Nota introdutória	252
5.2 Evolução do uso e da ocupação do solo no município de Tabatinga.....	252
5.3 A expansão da área urbana de Tabatinga e a formação das áreas de risco.....	260
5.4 A cartografia dos territórios com vulnerabilidades e riscos em Tabatinga	274
5.5 As condições socioambientais dos residentes das áreas de risco.....	292
5.6 Notas conclusivas.....	309
Considerações finais	311
Contexto geral	311
Respostas aos objetivos formulados.....	313
Limitações da investigação realizada.....	315
Recomendações para futuros estudos.....	317
Propostas para serem implementadas a curto e médio prazo.....	318
Bibliografia.....	324
Obras e artigos.....	324
Sitografia.....	362
Anexos.....	364
Anexo I – Inquérito aos residentes nas áreas de risco.....	364

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação dialética entre dinâmicas e energias complementares e/ou antagônicas.....	11
Figura 2 – Necessidade e consumo de energia e os estágios do desenvolvimento tecnológico nas sociedades	20
Figura 3 – Desastre em Mariana em 2015.....	22
Figura 4 – Número de desastres naturais registados entre os anos de 1900 e 2018	24
Figura 5 – Número de reconhecimentos do Estado de Calamidade Pública (ECP) e Situação de Emergência (SE), por razões naturais no Brasil, entre os anos de 1991 e 2018	25
Figura 6 – Relação conceitual do risco e das suas componentes	34
Figura 7 – Modelo de interconexão conceitual.....	36
Figura 8 – Componentes do conceito de vulnerabilidade	40
Figura 9 – Evolução do IDH no Brasil entre 1980 e 2017.....	42
Figura 10 – Distribuição do número de publicações em torno de conceitos-chave, disponíveis na base Scopus e na base Web of Science.....	61
Figura 11 – Distribuição do número de publicações sobre vulnerabilidades e riscos segundo as tipologias de estudos	62
Figura 12 – Distribuição do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco segundo o ano de publicação e a temática desenvolvida	63
Figura 13 – Distribuição do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco segundo os principais autores.....	64
Figura 14 – Distribuição do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco social segundo os principais autores.....	65
Figura 15 – Distribuição do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco ambiental segundo os principais autores	66
Figura 16 – Distribuição geográfica do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco segundo os países	67
Figura 17 – Distribuição geográfica do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco social segundo os países.....	68
Figura 18 – Distribuição geográfica do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco ambiental segundo os países.....	69

Figura 19 – Distribuição geográfica do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco socioambiental segundo os países	70
Figura 20 – Número de publicações segundo os temas e países	71
Figura 21 – Percentagem de publicações sobre vulnerabilidade e risco, segundo as áreas temáticas.	72
Figura 22 – Percentagem de publicações sobre vulnerabilidade e risco social, segundo as áreas temáticas	73
Figura 23 – Percentagem de publicações sobre vulnerabilidade e risco ambiental, segundo as áreas temáticas	73
Figura 24 – Percentagem de publicações sobre vulnerabilidade e risco socioambiental, segundo as áreas temáticas	74
Figura 25 – Estrutura e funcionamento dos SIG	101
Figura 26 – Tipologia de representações cartográficas	103
Figura 27 – Distribuição do número total de publicações com uso de SIG na base Scopus e na base Web of Science e respetivas temáticas	114
Figura 28 – Distribuição do número total de publicações com uso de SIG ligadas à base Scopus e à base Web of Science e respetivas temáticas, segundo o ano de publicação	115
Figura 29 – Percentagem do número de publicações, com uso de SIG, ligadas à base Scopus e à base Web of Science, segundo a temática	115
Figura 30 – Distribuição do número de publicações com uso dos termos risk, vulnerability e GIS, segundo os principais autores	116
Figura 31 – Distribuição do número de publicações com uso dos termos risk, vulnerability, social e GIS, segundo os principais autores.....	117
Figura 32 – Distribuição do número de publicações com uso dos termos risk, vulnerability, environmental e GIS, segundo os principais autores	118
Figura 33 – Distribuição geográfica do número de publicações que usaram SIG em análises de vulnerabilidade e risco, segundo os países.....	119
Figura 34 – Distribuição geográfica do número de publicações que usaram SIG em análises de vulnerabilidade e risco social, segundo os países	120
Figura 35 – Distribuição geográfica do número de publicações que usaram SIG em análises de vulnerabilidade e risco ambiental, segundo os países	121
Figura 36 – Distribuição geográfica do número de publicações que usaram SIG em análises de vulnerabilidade e risco socioambiental, segundo os países	121

Figura 37 – Percentagem de publicações que analisaram vulnerabilidade e risco, a partir dos SIG, segundo as áreas científicas	122
Figura 38 – Percentagem das publicações que analisaram vulnerabilidade e riscos sociais, a partir dos SIG, segundo as áreas científicas	123
Figura 39 – Percentagem das publicações que analisaram vulnerabilidade e riscos ambientais, a partir dos SIG, segundo as áreas científicas	123
Figura 40 – Forte São Francisco Xavier de Tabatinga	136
Figura 41 – Vista do posto militar brasileiro na fronteira com a Colômbia	137
Figura 42 – Posição geográfica, dimensões e limites do município de Tabatinga, no Estado do Amazonas	143
Figura 43 – Divisão dos setores censitários do município de Tabatinga	145
Figura 44 – Rede de drenagem da bacia hidrográfica do Amazonas	146
Figura 45 – Número de habitantes nos Estados brasileiros, em 2010	150
Figura 46 – Densidade populacional dos Estados brasileiros em 2010	151
Figura 47 – Pirâmide etária do Brasil, segundo os grupos de idade e sexo, em 1991, 2000 e 2010	153
Figura 48 – Pirâmide etária do Estado do Amazonas, segundo os grupos de idade e sexo, em 1991, 2000 e 2010.....	153
Figura 49 – Número de alunos matriculados no Ensino Fundamental nos Estados brasileiros em 2018	155
Figura 50 – Número de matriculados no Ensino Médio nos Estados brasileiros em 2018	156
Figura 51 – Escolaridade da população com 25 anos ou mais, no Amazonas em 1991, 2000 e 2010	157
Figura 52 – Rendimento nominal mensal familiar per capita, nos Estados brasileiros em 2018	158
Figura 53 – Taxas de emprego de pessoas com 14 anos ou mais de idade em trabalhos formais nos Estados brasileiros em 2019	159
Figura 54 – Vegetação em Mata de Terra Firme no município de Tabatinga	161
Figura 55 – Depósitos aluvionares do Holoceno associados à rede de drenagem em Tabatinga.....	163
Figura 56 – Afloramentos de linhetos da Formação Solimões em Tabatinga	164
Figura 57 – Meandros e abandono de canais na hidrodinâmica fluvial do Solimões	165
Figura 58 – Mapa hipsométrico do município de Tabatinga.....	166
Figura 59 – Ocorrência de processo erosivo em Tabatinga.....	167
Figura 60 – Rede de drenagem e espelhos de água em Tabatinga	168

Figura 61 – Ocupação inadequada e instalação de feiras em áreas aluviais no rio Solimões em Tabatinga	172
Figura 62 – Erosão fluvial com rutura planar em degraus no bairro Comara em Tabatinga	173
Figura 63 – Instabilidade do terreno provocada por ocupação irregular de comércio informal e interferência na rede de drenagem	174
Figura 64 – Estrutura de relevo tabular nas margens do rio Solimões e ocupação urbana do município de Tabatinga	175
Figura 65 – Igarapé Tacana em Tabatinga	178
Figura 66 – Compartimentação geoambiental e ocupação do município de Tabatinga	179
Figura 67 – PIB per capita dos municípios do Estado do Amazonas em 2017	184
Figura 68 – Domicílios com rendimento nominal mensal <i>per capita</i> até 70 reais, segundo os setores censitários do município de Tabatinga, em 2010	186
Figura 69 – Exemplos de residências localizadas sobre a linha de fronteira entre o Brasil e a Colômbia	189
Figura 70 – Condições das estradas que ligam os bairros em Tabatinga no período chuvoso.....	190
Figura 71 – Número de habitantes segundo os municípios amazonenses em 2010.....	193
Figura 72 – Densidade populacional dos municípios do Estado do Amazonas em 2010	193
Figura 73 – Distribuição percentual da população por faixa etária em Tabatinga em 2010.....	194
Figura 74 – Pirâmide etária do município de Tabatinga, segundo os grupos de idade e sexo, em 1991, 2000 e 2010.....	194
Figura 75 – População residente segundo os setores censitários do município de Tabatinga em 2010	197
Figura 76 – Escolaridade da população com 25 anos ou mais, em Tabatinga nos anos de 1991, 2000 e 2010.....	199
Figura 77 – Quantidade de domicílios com energia elétrica, segundo os setores censitários do município de Tabatinga, em 2010	201
Figura 78 – Percentagem de domicílios com energia elétrica, segundo os setores censitários do município de Tabatinga, em 2010	202
Figura 79 – Captação de recurso hídrico junto ao rio Solimões.....	203
Figura 80 – Rede de abastecimento de água e ligações clandestinas na comunidade do Igarapé Dom Pedro	204

Figura 81 – Qualidade das águas subterrâneas e superficiais da área urbana do município de Tabatinga	206
Figura 82 – Localização dos domicílios com casa de banho e esgoto sanitário ligado à rede geral ou pluvial em Tabatinga no ano de 2010	208
Figura 83 – Número de domicílios com recolha de resíduos sólidos, segundo os setores censitários de Tabatinga, em 2010	209
Figura 84 – Deposição de resíduos sólidos em bairros periféricos à área urbana de Tabatinga	210
Figura 85 – Destino dos resíduos sólidos não recolhidos, segundo os setores censitários urbanos de Tabatinga, em 2010	211
Figura 86 – Esquema conceitual da abordagem metodológica utilizada na investigação.....	218
Figura 87 – Esboço metodológico da construção do mapeamento das vulnerabilidades e riscos	221
Figura 88 – Fontes primárias utilizadas na investigação	222
Figura 89 – Articulação das folhas usadas na composição do mosaico SRTM para a área de Tabatinga	226
Figura 90 – Rede de drenagem, em Tabatinga, derivada por processos automáticos e respetivas escalas	227
Figura 91 – Categorias de uso e ocupação do solo no município de Tabatinga	232
Figura 92 - Categorias de uso e ocupação do solo no município de Tabatinga.....	232
Figura 93 – Fontes secundárias utilizadas na investigação	233
Figura 94 – Esquema síntese da análise bibliométrica	235
Figura 95 – Integração entre as dimensões e composição do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA).....	243
Figura 96 – Integração dos índices de vulnerabilidade e classificação do IVSA.....	250
Figura 97 – Uso e ocupação do solo no município de Tabatinga, em 2007 e em 2018.....	255
Figura 98 – Uso e ocupação do solo da área urbana e suburbana de Tabatinga, em 2007 e em 2018	256
Figura 99 – Evolução do uso e ocupação do solo de Tabatinga entre os anos de 2007 e de 2018 ...	258
Figura 100 – Percentagem do uso e ocupação do solo, segundo as atividades económicas em Tabatinga nos anos de 2007 e de 2018	259
Figura 101 – A dinâmica das atividades portuária e comercial na orla de Tabatinga em 2018	261
Figura 102 – Comunidade Vila Guadalupe, no bairro São Francisco em 2018	262
Figura 103 – Trecho do igarapé Brilhante nas margens da avenida da Amizade em 2018	263

Figura 104 – Ocupações irregulares no leito do igarapé São Tomé, localizado no bairro Portobrás em 2018.....	264
Figura 105 – Geolocalização dos impactes socioambientais no espaço urbano e suburbano do município de Tabatinga em 2018	266
Figura 106 – Ocupação residencial em espaços de influência fluvial (Comunidade Vila Guadalupe) em 2018.....	267
Figura 107 – Evento de alagamento no Bairro São Francisco em 2019	267
Figura 108 – Degradação ambiental dos recursos hídricos a partir de ocupações residenciais irregulares em 2018.....	268
Figura 109 – Áreas de ocupação e expansão urbana do município de Tabatinga em 2007	272
Figura 110 – Áreas de ocupação e expansão urbana do município de Tabatinga em 2018	273
Figura 111 – Nível de Vulnerabilidade Ambiental dos setores censitários do município de Tabatinga	276
Figura 112 – Nível de Vulnerabilidade Ambiental dos setores censitários da área urbana do município de Tabatinga em 2020	277
Figura 113 – Nível de Vulnerabilidade Socioeconómica dos setores censitários do município de Tabatinga em 2020.....	280
Figura 114 – Níveis de Vulnerabilidade Socioeconómica dos setores censitários da área urbana do município de Tabatinga em 2020	281
Figura 115 – Níveis de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional dos setores censitários do município de Tabatinga em 2020	283
Figura 116 – Níveis de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional dos setores censitários da área urbana do município de Tabatinga em 2020.....	284
Figura 117 – Nível de Vulnerabilidade Individual dos setores censitários do município de Tabatinga	286
Figura 118 – Nível de Vulnerabilidade Individual dos setores censitários da área urbana do município de Tabatinga em 2020.....	287
Figura 119 – Nível de Vulnerabilidade Socioambiental dos setores censitários do município de Tabatinga em 2020.....	289
Figura 120 – Nível de Vulnerabilidade Socioambiental dos setores censitários da área urbana do município de Tabatinga em 2020	290
Figura 121 – Grupo etário dos inquiridos em 2018.....	293
Figura 122 – Nacionalidade e naturalidade dos inquiridos.....	294
Figura 123 – Nível de instrução dos inquiridos.....	295

Figura 124 – Profissão dos inquiridos	296
Figura 125 – Forma de acesso ao terreno e às residências, segundo os inquiridos.....	297
Figura 126 – Razões para fixação residencial na área, segundo os inquiridos	298
Figura 127 – Formas de acesso a água nas residências, segundo os inquiridos	299
Figura 128 – Percepção do inquirido quanto ao depósito (descarte) correto do lixo.....	300
Figura 129 – Ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa em encostas na área do complexo portuário em Tabatinga em 2018.....	301
Figura 130 – Satisfação dos inquiridos quanto à qualidade do serviço público de recolha de resíduos sólidos	301
Figura 131 – Casos de dengue e de malária entre membros do agregado familiar, segundo os inquiridos	303
Figura 132 - Percepção do nível de assistência da prefeitura junto das famílias	304
Figura 133 – Percepção do nível de responsabilidade da prefeitura com a qualidade ambiental	305
Figura 134 – Percepção do risco, segundo os residentes	306
Figura 135 – Principais dificuldades e problemas enfrentados pelos residentes.....	307
Figura 136 – Porto da Catraia em Tabatinga em 2018.....	308

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conceitos usados para o entendimento dos riscos	35
Quadro 2 – Definições do conceito de risco	37
Quadro 3 – Riscos naturais e os seus agravantes antrópicos	48
Quadro 4 – Periodização e espacialização das principais abordagens teórico-metodológicas em estudos de vulnerabilidades e riscos	52
Quadro 5 – Síntese da evolução histórica da cartografia, dos SIG e das geotecnologias	87
Quadro 6 – Evolução populacional do Amazonas, segundo o sexo e a situação domiciliar de 1991 a 2010	151
Quadro 7 – Estrutura etária da população do Estado do Amazonas entre os anos de 1991 e 2010 .	152
Quadro 8 – Indicadores de longevidade, mortalidade e fecundidade do Estado do Amazonas	154
Quadro 9 – Indicadores de renda, pobreza e desigualdade do Estado do Amazonas nos anos de 1991, 2000 e 2010.....	157
Quadro 10 – Acesso a serviços básicos nos domicílios urbanos no Amazonas em 1991, 2000 e 2010	160
Quadro 11 – Associação morfopedológica do município de Tabatinga	168
Quadro 12 – Tipologia pedológica, características e limitações em Tabatinga.....	169
Quadro 13 – Síntese dos aspetos geofísicos e biológicos do município de Tabatinga	180
Quadro 14 – Síntese da capacidade de suporte e ecodinâmica dos geofácies que compõem o município de Tabatinga	180
Quadro 15 – Indicadores de rendimento, pobreza e desigualdade no município de Tabatinga nos anos de 1991, 2000 e 2010.....	185
Quadro 16 – Evolução populacional de Tabatinga, segundo o sexo e a tipologia rural/urbana entre 1991 e 2010.....	192
Quadro 17 – Estrutura por grupos etários e algumas taxas da população do município de Tabatinga entre os anos de 1991 e 2010	195
Quadro 18 – Indicadores de longevidade, de mortalidade e de fecundidade do município de Tabatinga, em 1991, 2000 e 2010	195
Quadro 19 – Índice de Desenvolvimento Humano e as suas componentes no Brasil, no Amazonas e em Tabatinga, segundo os anos de 1991, 2000 e 2010	213
Quadro 20 – Caracterização dos grupos de questões do inquérito aplicado à população residente	224

Quadro 21 – Produção de cartografia de base inexistente para o território em estudo.....	225
Quadro 22 – Caraterização das bases cartográficas pré-existentes e fontes institucionais.....	234
Quadro 23 – Indicadores para o Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA).....	236
Quadro 24 – Indicadores para o Índice de Vulnerabilidade Socioeconómica (IVSE)	238
Quadro 25 – Indicadores para o Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional (IVII).....	240
Quadro 26 – Indicadores para o Índice de Vulnerabilidade Individual (IVI).....	242
Quadro 27 – Matriz de indicadores e variáveis consideradas na composição do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA).....	244
Quadro 28 – Matriz de indicadores e variáveis consideradas na composição do Índice de Vulnerabilidade Socioeconómica (IVSE)	246
Quadro 29 – Matriz de indicadores e variáveis consideradas na composição do Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional (IVII).....	247
Quadro 30 – Matriz de indicadores e variáveis consideradas na composição do Índice de Vulnerabilidade Individual (IVI)	249
Quadro 31 – Variação percentual do uso e ocupação do solo no município de Tabatinga entre os anos de 2007 e de 2018	259
Quadro 32 – Caraterização do IVSA segundo indicadores populacionais e residenciais	292
Quadro 33 – Perceção dos residentes quanto às ações de agentes públicos na comunidade	303
Quadro 34 – Proposta de um plano de atuação a ser implementado no curto e médio prazo em Tabatinga e noutros municípios da Amazónia.....	318

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

a.C. – Antes de Cristo

AGILE – *Association of Geographic Information Laboratories in Europe*

ANA – Agência Nacional de Águas

APP – Áreas de Preservação Permanentes

CAD – *Computer Aided Design*

CAGED – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados

CBERS – *China-Brazil Earth-Resources Satellite*

Censipam – Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia

CH₄ – Gás Metano

CO₂ – Dióxido de Carbono

COSAMA – Companhia de Saneamento do Amazonas

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

d.C. – Depois de Cristo

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação

DIME – *Dual Independent Map Encoding*

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

DR – Detecção Remota

ECP – Estado de Calamidade Pública

ECU – *Experimental Cartography Unit*

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EIONET – Rede Europeia de Informação e Observação do Ambiente

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

EnviSat / Asar – *Environmental Satellite / Advanced Synthetic Aperture Radar*

ERS – *European Remote Sensing Satellite*

ERIM – *Environmental Research Institute of Michigan*

ESRI – *Environmental Systems Research Institute*

EUROGI – *European Umbrella Organisation for Geographic Information*

FUNAI – Fundação Nacional do Índio

FVS – Fundação de Vigilância em Saúde do Amazonas

GINIE – *Geographic Information Network in Europe*

GISDATA – *Geographic Information Systems Data Integration and Data Base Design*

GPS – *Global Positioning System*

Grasol – Grémio Recreativo do Alto Solimões

IA – Instituto do Ambiente

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBM – *International Business Machines Corporation*

ICN – Instituto de Conservação da Natureza

IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IDIMS – *Interactive Digital Image Manipulation System*

IES – Instituições de Ensino Superior

IFAM – Instituto Federal do Amazonas

IME – Instituto Militar de Engenharia

IMGRID – *Interactive Manipulation GRID*

INAG – Instituto Nacional da Água

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INSPIRE – *Infrastructure for Spatial Information in Europe*

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

IPEA – Instituto de Pesquisa Económica Aplicada

IST – Infecções Sexualmente Transmissíveis

Jers – *Japan Earth Resources Satellite*

JNICT – Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica

LAFRON – Laboratório de Saúde Pública de Fronteira

Landsat – *Land Remote Sensing Satellite*

LARS – *Laboratory for Agriculture Remote Sensing*

LUNR – *Land Use and Natural Resources Inventory of New York State*

MDAS – *Multispectral Data Analysis System*

MDT – Modelo Digital de Terreno

MIDAS – *Mapping Display and Analysis System*

MLMIS – *Minnesota Land Management System*

MMA – Ministério do Meio Ambiente

Modis – *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*

NASA – *National Aeronautics and Space Administration*

NCGIA – *National Centre for Geographical Information and Analysis*

N₂O – Protóxido de Nitrogénio

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONG – Organização Não-Governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

PDDU – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano

PIB – Produto Interno Bruto

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PRODES – Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite

RAIS – Relação Anual de Informações Sociais

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SAGA – Sistema de Análise Geo-Ambiental

SAR – *Synthetic Aperture Radar*

SDG – Serviço de Dados Geográficos

SE – Situação de Emergência

SEINF – Secretaria de Infraestrutura

SIG – Sistema Geográfico de Informações

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SITIM – Sistema de Tratamento de Imagem

S2iD – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

SNIG – Sistema Nacional de Informação Geográfica

SO HYBAM – Serviço de Observação dos Controles geodinâmico, hidrológico e biogeoquímico da Erosão/Alteração e da Transferência de Matérias nas Bacias dos Rios Amazonas, Orinoco e Congo

SPOT – *Satellite Pour l'Observation de la Terre*

SPRING – Sistema de Processamento de Informação Georreferenciada

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus

TI – Território Indígena

UE – União Europeia

UEA – Universidade do Estado do Amazonas

UNDP – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

UNICEF – *United Nations Children's Fund*

INTRODUÇÃO

Pressupostos gerais

As interações sociedade-natureza, têm evoluído ao longo dos tempos. Estas interações ocorrem de forma direta, mas também indiretamente e, por vezes, de forma intensa ou discretamente. As características dessas relações estão normalmente correlacionadas com o meio, a paisagem, os níveis tecnológicos, a cultura técnica alcançada pelas sociedades e com o poder social de transformar o espaço e os níveis de regulação institucional.

O trabalho tem sido entendido, na história da Humanidade, como uma relação metabólica das forças humanas com as forças da natureza. A sua capacidade de transformação social coloca o ser humano como elemento de comando diante da natureza e das suas inter-relações nas esferas bióticas e abióticas. Nas sociedades mais antigas essas relações eram estabelecidas de forma simples mediadas pelo conhecimento técnico baseado no empirismo, na experimentação ambiental e na observação da natureza. A colaboração social era concretizada a partir das regras derivadas da história da comunidade com o lugar, no conformismo do espaço enquanto elemento determinante e na aceitação da submissão humana à natureza.

Com o crescimento populacional e o aumento da complexidade social nasceu também a necessidade de intervir de maneira mais contundente no ambiente, fruto do uso de conhecimentos técnicos, resultantes da sistematização científica. A colaboração social passou a ser regida por regras económicas baseadas na acumulação de riqueza e na expropriação do trabalho, seguindo uma lógica vinculada à especialização do trabalho e das atividades económicas e territorialmente determinadas por elementos muitas vezes externos ao grupo social.

Mais recentemente, as atividades económicas, tendo como base um elevado grau de tecnicismo, tornaram-se ainda mais expressivas e com grande capacidade de transformar a natureza e o espaço no qual se inserem, condicionando modos de vida e norteando relações de produtividade no domínio social. Estudar as relações entre sociedade-natureza significa observar a interação das atividades sociais, económicas e políticas com o ambiente e respetivas implicações.

Atualmente a falta de planejamento ambiental associado ao acelerado crescimento populacional e económico, tem tornado os sistemas naturais ainda mais vulneráveis. Constatam-se que existem, nesses cenários, diversos problemas socioambientais, que têm entre outras consequências a descaracterização dos ambientes naturais e a ocorrência de vulnerabilidades naturais e sociais.

O conceito de desenvolvimento sustentável, que é discutido sobretudo desde a década de 1980 e que, às vezes, é questionado num contexto de um conjunto de “crises” globais que envolvem o clima, a economia e a pobreza persistente, tem-se assumido como uma forma de conciliar a qualidade socioambiental e o crescimento económico. O relatório de Brundtland, denominado de “Nosso Futuro Comum”, marcou oficialmente, pela primeira vez, em 1987, a apresentação e discussão do conceito de desenvolvimento sustentável.

Segundo esse relatório, o desenvolvimento sustentável é um processo que envolve mudanças na forma de exploração dos recursos, bem como na orientação da produção de riqueza e do desenvolvimento tecnológico. Estes devem harmonizar-se com as potencialidades atuais e futuras para a satisfação das necessidades humanas inclusivamente as das futuras gerações (WCED, 1987). Entre algumas metas elencadas no relatório destacamos a que se refere ao impedimento do avanço da destruição de ambientes e desequilíbrios climáticos.

O desenvolvimento sustentável considera, de forma holística, três esferas: sociedade, economia e ecologia (ambiente). Estas esferas devem ser asseguradas de forma conjunta (Elliott, 2006; Potter *et al.*, 2017), pese embora se possa referir a forte dependência por parte das esferas económica e social relativamente à ecológica. Tal significa que sem a esfera ecológica não há possibilidade de desenvolver as outras duas. Como pode haver desenvolvimento económico ou social sem uma esfera ecológica saudável e funcional?

Mais recentemente, a partir do ano 2000 com a Carta da Terra, tem sido feita alusão à esfera cultural assumindo-se como uma quarta esfera. Esta envolve a diversidade e a riqueza étnica, linguística, religiosa, bem como das tradições, dos costumes dos povos, e das técnicas e conhecimentos tradicionais (Earth Charter Initiative, 2000). Acreditamos que o desenvolvimento sustentável precisa de estar relacionado com as características dos lugares, com a sua história sociocultural e com as condições institucionais.

Depois de no ano 2000 a Organização para as Nações Unidas (ONU) ter proposto 8 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para serem alcançados até 2015 (United Nations, 2000), a ONU

estabeleceu para a agenda mundial, 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para serem atingidos até 2030. Destes, destacamos aqueles que se relacionam mais de perto com a nossa investigação, *i.e.*, o sexto, que trata do acesso à água potável e ao saneamento básico; o décimo, que fala das políticas para a diminuição das desigualdades; o décimo primeiro, que se centra na necessidade de construção de cidades e comunidades sustentáveis em termos socioambientais; o décimo terceiro, que fala das mudanças e dos riscos climáticos e, por fim, o décimo quinto, que destaca a necessidade da gestão sustentável das florestas e da diminuição dos processos de degradação pedológica e da biodiversidade (UN General Assembly, 2015).

Na mesma linha de pensamento o último relatório do Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas (IPCC), publicado em 2018 à data da redação da presente tese, voltou a destacar a necessidade de mudanças na sociedade atual. É ressaltado o papel da ação humana sobre os diferentes ambientes, designadamente através da concentração de gases com efeito estufa (*e.g.*, o dióxido de carbono - CO₂) com consequências no aumento da temperatura e na subida do nível médio das águas dos mares. O aumento da concentração de CO₂ deve-se principalmente à queima de combustíveis fósseis e às mudanças nos usos da terra. Por seu turno, o aumento de Gás Metano (CH₄) e de Protóxido de Nitrogénio (N₂O) ocorre devido a mudanças na forma de cultivar a terra e aos atuais paradigmas de práticas agrícolas. O registo de um maior aquecimento na superfície da Terra em comparação com o aquecimento dos oceanos é outra evidência que se explica pelos modelos que incluem emissões antropogénicas (IPCC, 2007, 2014; Teixeira *et al.*, 2009; Condie, 2011).

Algumas das consequências continuam a ser apontadas, tais como a intensificação e maior frequência dos fenómenos meteorológicos extremos (*e.g.*, tornados e fortes ciclones tropicais). De igual modo, espera-se o aumento de eventos pluviométricos que deverão afetar a hidrodinâmica dos rios e seus afluentes em cheias e/ou estiagens, favorecendo mudanças no padrão de distribuição destes eventos extremos à escala planetária e colocando populações antes “protegidas” em áreas de vulnerabilidade.

Tendo por base estes pressupostos, decidiu-se desenvolver uma investigação que se debruçasse sobre um território (município de Tabatinga) onde existe um ambiente heterogéneo em termos fisiográficos e sociais, correspondendo a uma área referente à planície fluvial do rio Amazonas, que é considerado o maior rio do planeta. Embora já tenham sido desenvolvidas investigações de vulnerabilidade e risco, no Brasil, a maioria delas têm-se concentrado em áreas costeiras e distantes do território de influência da floresta amazónica. A nível internacional tais estudos têm vindo a concentrar-se sobretudo no território norte-americano, com investigações desenvolvidas por Susan Cutter cujas reflexões nos inspirou. No

território a ser analisado, ainda não foi desenvolvido qualquer trabalho com proposta de análises de vulnerabilidades e riscos onde se considerem aspetos socioambientais. Esta tese assume-se, por isso, como pioneira para esta área.

De um modo geral, os ambientes fluviais passaram a ser importantes espaços de investigação no processo de uso e ocupação do solo, uma vez que a grande maioria desses ambientes, ainda é utilizada para o desenvolvimento humano e social. São ambientes onde são exercidas fortes pressões socioeconómicas sobre as componentes ambientais e sobre os seus recursos naturais, que geralmente se encontram instáveis e com usos inadequados.

A ação antrópica e/ou socio-trópica possui uma forte influência na morfologia fluvial, nas feições fisiográficas e na qualidade ambiental dos rios colocando, por vezes, as populações em risco. O desenvolvimento intenso e acelerado das atividades económicas, em áreas fluviais, tem causado transformações do espaço e uma grande pressão com impactes relevantes no ambiente e na população. Além dos fatores humanos é importante também considerar os processos da dinâmica natural, compostos pelas ações dos agentes de transporte, erosão e deposição, destacando-se o vento e as ondas, devendo considerar-se também as variações do nível do mar, que indiretamente afetam a hidrodinâmica, sobretudo na foz dos rios (Greider e Garkovich, 1994; Chagué-Goff *et al.*, 2000; Grimm *et al.*, 2008; Cunha, 2010; Troppmair e Galina, 2007).

A vulnerabilidade territorial às alterações das variáveis ambientais é uma componente importante de investigação. Tais vulnerabilidades são decorrentes de diversos fatores que atuam isolados ou em conjunto, com um grau de interação entre eles, que varia em função da sua natureza. Entre as causas mais importantes dessa vulnerabilidade, podemos mencionar o crescimento desordenado das cidades, a devastação de matas e florestas, o rebaixamento do lençol freático, a poluição, as mudanças climáticas e a contaminação de diversas espécies (Tricart, 1977; Kelman, Gaillard e Mercer, 2015; Beroya-Eitner, 2016; Ghajari *et al.*, 2018).

Atualmente, a nível global, os principais aglomerados humanos ocorrem em áreas urbanas onde existem geralmente ambientes fluviais. Sendo assim, nos últimos anos a população urbana mundial tem crescido significativamente, em particular nas áreas mais próximas dos rios. Por isso, tem-se assistido a uma maior pressão destes espaços através do aumento dos usos e das atividades económicas e sociais nas áreas de influência fluvial (Almeida e Carvalho, 2010; Everard e Moggridge, 2012). Destaca-se, nesses ambientes, a crescente ocupação por empreendimentos que, unidos à ocupação industrial, portuária e

populacional, fazem dessas áreas espaços bastante pressionados e disputados (Francis, 2012; Smith, Clifford e Mant, 2014; Wang *et al.*, 2014).

A ocupação das áreas fluviais, seja devido à instalação de obras portuárias, industriais ou turísticas, é sempre acompanhada pela preocupação de ocorrerem alterações hidrodinâmicas, motivando a ocorrência de processos erosivos e perdas socioambientais, causando a extinção de espécies e deixando vulneráveis as atividades humanas.

Os processos históricos de ocupação do espaço, bem como as suas transformações, numa determinada época e sociedade, fazem com que esse meio tenha um caráter dinâmico (Cunha e Guerra, 2011; Foerster *et al.*, 2015). No entanto, é importante ter em consideração que as áreas fluviais correspondem a um ambiente de fragilidades e que é naturalmente dinâmico. Com a interferência mais intensa pelo ser humano (sociedade), esse meio pode vir a sofrer sérios danos ambientais, podendo ocorrer prejuízos também de ordem social e económica para as populações que nele residem.

No Brasil, a Agenda 21, demonstra uma preocupação pela gestão integrada e pelo desenvolvimento sustentável das áreas fluviais. Ainda é realçado que essas áreas contêm diversos *habitats* produtivos que são importantes para o povoamento humano, bem como para o desenvolvimento e para a subsistência das populações locais (Ministério do Meio Ambiente, 2004).

Entre outros objetivos, a Agenda 21 estabelece, que os Estados deverão assumir o compromisso de praticar uma gestão integrada e sustentável das áreas fluviais e do ambiente sob a jurisdição nacional. Para tal gestão, é necessária a identificação dos usos que socialmente são feitos nessas áreas e as interações entre as diferentes tipologias de usos. É importante promover o desenvolvimento e a aplicação de métodos que visem a contabilização dos recursos naturais e do ambiente, refletindo possíveis alterações de valores, decorrentes de usos incorretos, identificando poluição, erosão, perda de recursos naturais e destruição de *habitats*. Neste contexto, verifica-se a necessidade de executar programas de gestão fluvial e de bacias hidrográficas que contemplem as necessidades da população e a capacidade ambiental de suportar a pressão sobre os diversos elementos que compõem o geossistema fluvial.

Um dos mecanismos mais relevantes na tomada de decisão estratégica e nas ações no processo de planeamento e gestão fluvial é a construção de modelos que traduza mais fielmente a realidade. Por isso, constata-se a atração que esta área tem tido na literatura científica para desenvolver modelos que permitam analisar as fragilidades e as vulnerabilidades ambientais face às atividades socioeconómicas.

De facto, a elaboração de programas de monitorização contínua dos recursos fluviais, com ferramentas que disponibilizem informação rápida, segura e de fácil legibilidade, tanto para a população quanto para o gestor, constitui um instrumento essencial para o acompanhamento das condições ambientais dos rios. É fundamental a existência de modelos que possam descrever e apresentar níveis de qualidade ambiental e/ou vulnerabilidades nessas áreas para mitigação de impactes indesejados. Desta forma, propõe-se nesta tese, a construção de um modelo empírico de monitorização das vulnerabilidades socioambientais em áreas fluviais.

É evidente a complexa malha de vantagens existentes nos ambientes fluviais do Rio Amazonas devido à sua atratividade económica e ambiental. A planície de inundação do Amazonas representa aproximadamente 56% das áreas alagadas do globo (Mitsch e Gosselink, 2015), sendo estimada em 300 mil km² (Junk, 1993). A ocupação desordenada das suas áreas fluviais pelas atividades socioeconómicas ocasiona, em alguns espaços, o rompimento do equilíbrio ambiental e o aumento de conflitos devido a choques de interesses.

Nas últimas décadas, os fortes impactes gerados nas áreas fluviais do Amazonas, suscitaram discussões que devem redirecionar usos, mitigar degradações e pensar o desenvolvimento geosocioeconómico de forma mais sustentável. O Rio Amazonas possui aproximadamente 6.110.000 km² de extensão integrando uma ampla diversidade de ambientes, destacando-se praias, falésias, planícies, ilhas, ambientes meândricos e estuários, paisagens com dinâmicas específicas e vulnerabilidades diferenciadas (CPRM, 2010).

É essa riqueza ambiental e paisagística, elemento potencial e propulsor da economia local que é passível de degradação e de impactes ambientais negativos decorrentes das atividades existentes. No entanto, é a manutenção da diversidade paisagística e ambiental que vai garantir a sustentabilidade e o desenvolvimento das atividades socioeconómicas que se desenvolvem na região. Atualmente o Amazonas possui uma das maiores reservas de riqueza biológica e hídrica do planeta. Mesmo assim, já se observa em vastas áreas, nítidas perdas de resiliência dos geossistemas, sendo, em vários casos, certa a insustentabilidade de algumas atividades económicas.

Considerando este espaço fluvial com as suas características e peculiaridades, bem como os níveis de usos e ocupações nesses ambientes, pretendeu-se avaliar nesta investigação, as fragilidades e vulnerabilidades existentes nos geossistemas que compõem essas áreas, através de modelação baseada em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Justificação do território objeto de estudo

Segundo o relatório “Água e Desenvolvimento Sustentável - Recursos Hídricos Fronteiriços e Transfronteiriços do Brasil”, publicado, em 2013, pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República do Brasil, a bacia hidrográfica do rio Amazonas foi considerada a mais extensa do planeta, correspondendo a uma área de 6.110.000 km². O rio tem cerca de 5 km de largura e em períodos de cheias, chega a alcançar os 120 km. A profundidade média é de 30 a 40 metros, alcançando, em algumas áreas, os 100 metros, permitindo a navegabilidade dos navios de alto mar até Iquitos, no Peru (Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2013).

A bacia amazônica é formada por uma vasta rede de afluentes, que possuem uma inclinação pouco acentuada e, por isso, os seus rios fluem lentamente. A sua nascente está inserida nos Andes Peruanos, sendo a sua foz no oceano Atlântico (CPRM, 2010; Cunha e Guerra, 2011). Segundo dados da Agência Nacional das Águas, a bacia amazônica contribui, em média, no território brasileiro, com aproximadamente 131.947 m³/s de água e contém cerca de 20% de toda a água doce do planeta (Ab'Sáber, 2003; Agência Nacional de Águas, 2005, 2013).

Em torno do rio Amazonas surge a maior região de florestas tropicais da Terra que se estende por nove países: Brasil, Suriname, Guiana, Guiana Francesa, Venezuela, Peru, Bolívia, Equador e Colômbia. Esses países abrigam uma rica vida selvagem que compreende um cinturão de máxima diversidade biológica. Assume-se como um dos mais importantes ecossistemas florestais do mundo que preserva e renova grande parte da água doce do planeta. Essa reserva hídrica é cada vez mais importante quando se considera a finitude dos recursos hídricos potáveis e os níveis de escassez hídrica visíveis nas últimas décadas. O clima mundial também é diretamente influenciado pela floresta amazônica que contribui para a captação de CO₂ na atmosfera. A proteção das florestas tropicais é necessária para garantir, de forma sustentável, as bases naturais da vida no planeta. É por isso fundamental acautelar a gestão sustentável dos territórios adjacentes.

Considerando a hidrodinâmica do Amazonas, Sioli (1984, 1985) e Ab'Saber (2005) destacam o esforço do rio na constante remodelação do seu leito, tornando-se meândrico em alguns trechos. A intensa erosão que origina o fenômeno das terras caídas, traz à população que habita nas margens dos rios, temor e grandes perdas. O nível de percepção do “fenômeno das terras caídas” (processo erosivo ocorrente na Amazônia que conduz à desestruturação das margens dos rios) é bastante variável. Pode

assumir efeitos imperceptíveis até desastres de grandes dimensões, modificando a paisagem e o cotidiano das populações ribeirinhas.

De acordo com Filizola *et al.* (2006), os rios de origem andina apresentam perfis longitudinais abruptos quando entram na depressão Amazónica. Neste contexto, as várzeas tornam-se um importante elemento desta região. Por ser um ambiente rico e propício à existência de recursos pedológicos e pesqueiros, essas áreas apresentam uma maior densidade demográfica, que além de exercer uma maior pressão sobre esses ambientes, sofre grandemente com a instabilidade geomorfológica desses espaços.

Apesar da importância ecológica e ambiental da Amazônia, verifica-se o aumento dos impactos ambientais negativos, de origem antrópica, ameaçando a saúde da floresta. Destaca-se a destruição de vários hectares de floresta nos ambientes de planície fluvial, através de queimadas e desmatamentos para construção de estradas e monoculturas; extração mineral que contamina, através do mercúrio, solo e água; concentrações de resíduos sólidos que são lançados em ambientes inapropriados e comunidades ribeirinhas, usando inclusive o rio como ambiente de deposição e uso predatório dos recursos naturais relacionados com a biodiversidade faunística.

Na última década têm vindo a aumentar os problemas relacionados com as secas e as cheias no Amazonas, particularmente devido ao aumento do caudal em resultado das alterações climáticas (Espinoza *et al.*, 2014; Marengo e Espinoza, 2016). Estes fenómenos hidrológicos extremos são responsáveis por afetar a atividade humana, quer em áreas urbanas quer rurais, a economia e os sistemas ecológicos (Marengo *et al.*, 2013). Do ponto de vista económico tem-se assistido, nos últimos anos, a impactos que têm afetado os sistemas de transporte devido às inundações nas áreas urbanas e rurais, sobretudo as áreas ribeirinhas (Marengo *et al.*, 2013; Espinoza *et al.*, 2014). Tendo em conta o agravamento das cheias e das secas neste território é importante encontrar medidas e métodos que permitam dotar as populações com uma maior capacidade de resiliência a estes fenómenos que se prevê que se venham a agravar no futuro (Marengo *et al.*, 2013; Marengo e Espinoza, 2016).

De facto, na Amazônia, a maioria dos habitantes depende da extração dos recursos naturais, estando, por isso, muito vulneráveis às variações dos ciclos hidrológicos. Por este facto, o aumento da investigação científica para mitigar estes problemas pode ser um contributo para diminuir os efeitos decorrentes destes fenómenos hidro-climáticos (Pinho, Marengo e Smith, 2015).

Tendo em conta estes factos, as questões relacionadas com o ordenamento do território, particularmente o das áreas ribeirinhas, é fundamental para o aumento da capacidade de resiliência destas populações.

Considerando a ausência de bases de dados com agregação de informação, em séries históricas, a fragilidade institucional para a monitorização de variáveis à escala local e a escassez de estudos que avaliem estas questões a um nível mais detalhado, surgiu uma oportunidade para o presente estudo preencher o hiato que atualmente se constata.

Assim, pretendeu-se analisar as formas de ocupação e dos usos do solo, nas áreas fluviais, onde se identificam os elementos hidrodinâmicos, bem como os principais fatores económicos e sociais. No final, é expectável que, integrando um conjunto de variáveis de índole económica, social, de ocupação do solo e legal, se consiga desenvolver um modelo para identificar as vulnerabilidades e construir uma cartografia dos riscos. Através da avaliação das vulnerabilidades e riscos, será possível identificar, quantificar e classificar as diferentes vulnerabilidades do território. Estes dados serão excelentes contributos para os gestores públicos no planeamento espacial em ambientes fluviais, nas esferas natural e urbana.

Destaca-se a importância deste estudo na necessidade do desenvolvimento de novas ferramentas e tecnologias inovadoras, que busquem entender e avaliar vulnerabilidades naturais e antrópicas no Rio Amazonas e no contributo para o conhecimento da evolução dos ambientes fluviais. De igual modo, é importante realçar que estas áreas são ricas do ponto de vista paisagístico e da biodiversidade, cujas potencialidades podem vir a ser reduzidas, como resultado das atividades humanas. Tal deve-se ao crescente fluxo de atividades que levanta sérias questões quanto à utilização das planícies fluviais e as suas consequências na dinâmica natural desses ambientes.

Objetivos da investigação

Tendo por base estes pressupostos, recordamos que o objetivo geral desta investigação é o de construir um modelo que facilite a avaliação das vulnerabilidades socioambientais causadas pelo uso e ocupação de áreas fluviais na Amazônia brasileira. Pretende-se que o grau de vulnerabilidade fluvial integre as variáveis que permitam avaliar as inter-relações das vulnerabilidades naturais com as vulnerabilidades causadas pelas atividades humanas. Para alcançar este objetivo recorreu-se ao tratamento da informação geográfica para estruturar um modelo automático a partir das ferramentas dos Sistemas de Informação Geográfica.

Partindo deste objetivo equacionámos alguns objetivos específicos, tais como:

- Identificar os processos de uso e ocupação do solo e as modificações ocorridas nas planícies fluviais;

- Analisar os aspetos históricos, socioeconómicos e as condicionantes físico-naturais que justificaram a expansão dos usos ao longo do rio Amazonas;
- Elaborar uma proposta de operacionalização e medição que permita avaliar as vulnerabilidades;
- Compreender os impactes socioambientais causados pelos usos e construir mapas de vulnerabilidades;
- Avaliar o grau de vulnerabilidade das atividades socioeconómicas em função da construção de um Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA).

Referencial teórico-metodológico

Atualmente é fundamental compreender a importância dos aspetos socioeconómicos assim como os seus níveis de ação transformadores da natureza. De igual modo, é fundamental compreender os impactes e identificar as vulnerabilidades.

Suertegaray (2002b) considera que é limitada a viabilidade metodológica da Geografia Física para explicar e compreender os fenómenos ambientais, sob influência da ação atual da sociedade. Segundo a autora, essa limitação tem explicação histórica e está relacionada com a construção da Geografia enquanto ciência e na articulação conflituosa entre natureza e sociedade.

Compõe o arcabouço metodológico da presente tese, a abordagem sistémica e o método dialético, para um estudo mais integrado. O método dialético surge como uma proposta para, juntamente com a perspectiva sistémica, compreender a conflituosa relação sociedade-natureza, no espaço fluvial, e entender como se dá a distribuição diferenciada das vulnerabilidades socioambientais nos espaços do Amazonas.

A perspectiva sistémica trata justamente da integração entre os elementos que compõem a paisagem numa análise espacial completa e sem a separação em estudos com temáticas únicas e específicas. Os estudos de Geografia Física que utilizam a perspectiva sistémica não são pautados por factos isolados simples nem por temáticas atomizadas. Eles procuram desconsiderar perspectivas onde a análise é feita a partir de um elemento da paisagem, como por exemplo o clima, a vegetação e os solos. A análise da paisagem, a partir da perspectiva sistémica, considera alguns critérios:

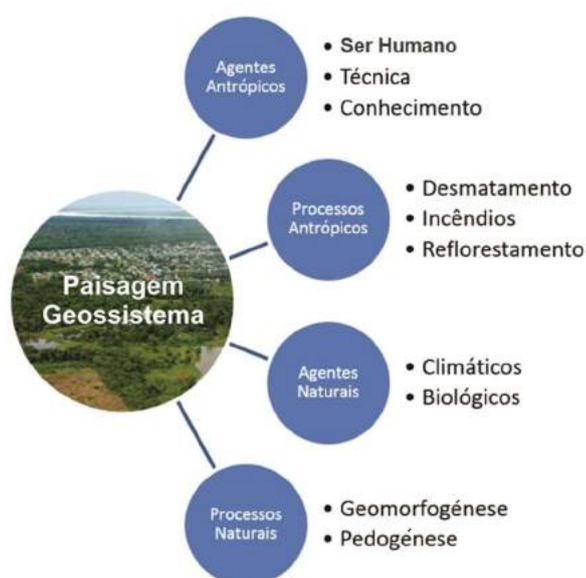
1. As propriedades sistémicas dizem respeito ao conjunto da paisagem e não apenas a uma porção dela e essas propriedades derivam das relações da organização do sistema;
2. Existem diferentes níveis sistémicos e em cada um deles existem complexidades diferentes;

3. As propriedades dos elementos que compõe a paisagem, só podem ser compreendidas, no seu total, quando são consideradas no contexto geral das relações entre os elementos (Troppmair e Galina, 2007).

O método sistêmico é baseado na Teoria Geral dos Sistemas, de Bertalanffy (1968), aplicado inicialmente na Biologia e na Termodinâmica, nos anos de 1920/1930. Este método foi aplicado originalmente nos estudos de Geografia Física por Sotchava (1977), quando criou o termo Geossistema, para estudar as paisagens da Rússia.

Na presente investigação destacam-se alguns conceitos, tais como os de paisagem, de geossistema, de vulnerabilidade, de sustentabilidade e de fragilidade ambiental. De acordo com a concepção de Bertrand (1968), o geossistema é um ambiente que corresponde aos dados ecológicos relativamente estáveis, resultantes da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e humanos. Apresenta-se como um conceito complexo, essencialmente dinâmico, mesmo num curto espaço-tempo. Por isso, não apresenta uma grande homogeneidade fisionômica, sendo na maior parte do tempo formado por diferentes paisagens. No caso do geossistema a evolução de uma unidade de paisagem reúne todas as formas de energia, complementares ou antagônicas que reagindo dialeticamente, umas em relação às outras, determinam a evolução geral dessa paisagem (Figura 1).

Figura 1 – Relação dialética entre dinâmicas e energias complementares e/ou antagônicas



Fonte: Elaboração própria, 2017.

Dentro desse sistema de evolução define-se uma série de agentes e de processos mais ou menos bem hierarquizados: os agentes naturais (climáticos, biológicos) que determinam processos naturais (geomorfogénese e pedogénese) e os agentes antrópicos, dos quais dependem os processos antrópicos (desmatamento, incêndio, reflorestamento). Na investigação realizada analisou-se como esses dois conjuntos (naturais e antrópicos) se inter-relacionam na composição dos ambientes fluviais estudados.

Nas sociedades atuais, a ação humana é mais degradadora do ambiente do que a ação dos agentes naturais. É nesse contexto que se destaca a necessidade de se avaliar a capacidade de suporte dos sistemas naturais para um melhor entendimento da relação sociedade-natureza.

No que diz respeito à operacionalização dos pressupostos teóricos desta investigação, foi concretizado um estudo de caso, com o exame das vulnerabilidades económico-ambientais de parte das áreas fluviais no rio Amazonas. A metodologia utilizada para a execução desta pesquisa contemplou as seguintes fases.

1. Pesquisa, análise e revisão bibliográfica usando livros e artigos internacionais e nacionais, documentos e dados de órgãos governamentais e de ONG, para avaliar os referenciais teóricos e metodológicos. Também se procurou compreender a evolução dos usos do rio ao longo da história, as mudanças na percepção de uso do Amazonas e a valorização desses espaços como áreas ecologicamente potenciais.

2. Recolha de informação geográfica, quer cartográfica quer estatística.

3. Utilização de fontes primárias através da concretização de visitas de campo no município de Tabatinga, ao longo de 2017, 2018 e 2019, utilizando um caderno de campo, mapas urbanos, GPS e câmara fotográfica. Nestas visitas foram identificados os aspetos de degradação ambiental e de correlação *in loco* dos agentes de degradação. O trabalho de campo foi imprescindível para a atualização das fontes cartográficas e para a obtenção de registos fotográficos. Nesses momentos foram também realizados inquéritos por questionário e observação participante, recolhendo a percepção dos diferentes agentes sociais e económicos, com o objetivo de perceber as relações entre o desenvolvimento económico e os níveis de qualidade ambiental dessas áreas.

4. Avaliação das condicionantes ambientais e socioeconómicas para a ocorrência e identificação dos níveis de vulnerabilidades.

5. Elaboração da cartografia que permitiu identificar os impactes ambientais e as diferentes vulnerabilidades com a representação das feições geoambientais e das formas de uso e ocupação. Com

efeito, recorreremos às técnicas de geoprocessamento a partir das ferramentas dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

6. Elaboração de bases de dados para o modelo e construção de um Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA), que foi produzido a partir da sobreposição cartográfica de outros quatro índices: Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA), Índice de Vulnerabilidade Socioeconómica (IVSE), Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional (IVII) e Índice de Vulnerabilidade Individual (IVI).

A elaboração do Índice de Vulnerabilidade Ambiental contou com as análises de frequência dos impactes ambientais e das vulnerabilidades naturais. O Índice de Vulnerabilidade Socioeconómica integrou variáveis que representam as características de desvantagem socioeconómica, decorrente da análise dos dados estatísticos, publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Por seu turno, o Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional considerou as condições de infraestruturas e disponibilidade de serviços básicos à população, enquanto que o Índice de Vulnerabilidade Individual se concentrou nas condições físicas, étnicas, de raça e cor de grupos sociais minoritários e excluídos socialmente.

Estrutura da tese

A investigação plasmada nesta tese encontra-se organizada em duas partes. A primeira parte, intitulada “Vulnerabilidades e riscos socioambientais e a aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica nos estudos dos espaços da Amazônia” é composta por dois capítulos teóricos e a segunda parte, que designámos por “Uso e ocupação das áreas de influência fluvial na Amazônia: contributos para o planeamento sócio espacial do município de Tabatinga” é constituída por três capítulos, que envolvem a componente prática e analítica sobre a área de estudo.

O primeiro capítulo intitulado: “Uma vulnerabilidade global construída localmente”, destaca as bases conceituais e teóricas para a realização desta investigação, procurando um aprofundamento das discussões entre os conceitos de vulnerabilidade e de riscos. Aborda a evolução dos impactes socioambientais ao longo da história e de como as mudanças civilizacionais contribuíram para o aumento da complexidade social e para a utilização exagerada dos recursos naturais, favorecendo a frequência de eventos extremos. Destaca-se como têm evoluído, no ideário social, as questões relativas à segurança socioambiental, e como se tem intensificado na sociedade moderna a instabilidade e as crises à escala

local, com reflexos planetários. O capítulo um também aborda os principais autores e seus respectivos estudos cindínicos, bem como as suas áreas de investigação.

No capítulo dois, intitulado “Os Sistemas de Informação Geográfica na análise da vulnerabilidade e risco”, faz-se uma reflexão sobre a importância dos SIG, na análise da vulnerabilidade e dos riscos. Destaca-se a evolução da cartografia e os caminhos percorridos ao longo da construção social das necessidades humanas em mapear e conhecer os espaços. Destaca-se a influência social e histórica na construção de uma cartografia que evoluiu, na modernidade, para um sistema cartográfico baseado no digital, na complexidade da informação e na abrangência do ato de mapear. Destaca-se ainda os principais estudos de vulnerabilidade e riscos que baseiam as suas análises nas ferramentas SIG e como esses estudos se têm relacionado com outras áreas científicas. Por fim destaca-se a importância de se trabalhar a integração de múltiplas variáveis para o entendimento da vulnerabilidade e dos riscos, num ambiente SIG, onde é possível uma maior agregação de dados e interação com outras geotecnologias de análise espacial.

O terceiro capítulo designado “Caraterização da área de estudo e dos cenários de risco e de vulnerabilidade socioambiental em Tabatinga”, dedica-se à contextualização dos aspetos históricos e socioeconómicos que justificaram a expansão dos usos e ocupações no rio Amazonas. Neste capítulo também se faz um diagnóstico das condicionantes físico-naturais e sociais que contribuíram para os níveis de vulnerabilidades existentes. Traçou-se a evolução histórica da ocupação das planícies no Amazonas e caraterizaram-se, socioambientalmente, as condições limitantes dos usos, correlacionando-os com as limitações naturais. São apresentadas as feições paisagísticas numa cartografia de compartimentação geoambiental, identificando a estrutura geológica, as variações geomorfológicas e os processos hidrodinâmicos. Também se destaca a cartografia social representada pelos mapas das condições urbanas do município no atendimento dos serviços básicos à população.

No capítulo quatro (“Pressupostos metodológicos, caraterização das amostras e obtenção dos dados”), apresentamos a abordagem metodológica, a composição das fontes primárias e secundárias, as etapas da elaboração das bases cartográficas (fisiografia, geofácies e uso e ocupação do solo) e a estruturação dos indicadores para a composição das dimensões de vulnerabilidades que integraram o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA).

O quinto capítulo intitulado “As desigualdades dos níveis de vulnerabilidades socioambientais em Tabatinga” revela os resultados e a análise geoestatística dos usos e ocupação do solo, as tendências de expansão das atividades económicas e os eixos de expansão das áreas de ocupação urbana,

demonstrando as desigualdades entre as áreas centrais e periféricas, no acesso da população aos serviços básicos. Considerou-se ainda neste capítulo, a dimensão espacial das vulnerabilidades ambientais, socioeconómicas, infraestruturais e individuais e os seus padrões geográficos, identificando a formação das áreas de risco e o perfil socioeconómico dos seus residentes.

Por fim, nas conclusões gerais, reportamo-nos às respostas que podem ser dadas aos objetivos formulados, às limitações e dificuldades da investigação, às propostas para o desenvolvimento de políticas públicas e de ordenamento territorial, além de serem delineadas recomendações para futuros estudos nos espaços de influência fluvial.

Com esta pesquisa, esperamos contribuir para a melhoria das metodologias de análise das vulnerabilidades socioambientais que permitam aumentar o conhecimento e a compreensão dos processos ao longo dos recursos hídricos na Amazônia. De igual modo, também se espera contribuir para o entendimento dos níveis de fragilidade que a Amazônia tem, em relação aos seus diferentes usos, possibilitando um rumo às estratégias de mitigação dos problemas e balizando políticas de gestão e planeamento territorial.

Este estudo deverá interessar aos gestores públicos e aos agentes ambientais dos municípios que compõem a Amazônia. Será divulgado junto das prefeituras e secretarias ligadas ao ambiente, no sentido de apoiar as decisões na gestão e desenvolvimento de atividades socioeconómicas em áreas fluviais.

**PARTE I. VULNERABILIDADES E RISCOS SOCIOAMBIENTAIS E A APLICAÇÃO
DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NOS ESTUDOS DOS ESPAÇOS
DA AMAZÓNIA**

O estudo das vulnerabilidades e dos riscos, ligados aos espaços geográficos, às paisagens e aos aspetos humanos, tem sido objeto de interesse científico e tem atraído investigadores de diferentes áreas científicas. Arquitetos, engenheiros, geógrafos, economistas, planeadores, gestores públicos, geólogos, sociólogos, antropólogos e até médicos, são alguns dos profissionais que têm abordado este tema nas suas investigações.

Os estudos mais recentes procuram desenvolver abordagens fundamentadas em soluções que incluam os aspetos relacionados com a sustentabilidade. Na multiplicidade de aspetos que têm estado na base dos problemas da sociedade moderna, os estudos mais recentes apontam para a necessidade de se avaliar os modelos de desequilíbrios socioambientais que se têm criado. De facto, muitos destes problemas são causados pelas ações irracionais, que têm a sua origem no uso exagerado, por vezes desordenado, dos espaços e dos seus recursos naturais, quer através de intervenções individuais quer coletivas. Neste sentido, é fundamental desenvolver novas abordagens que permitam diagnosticar, prever e desenvolver medidas mitigadoras das possíveis ameaças.

Na investigação científica realizada encontramos alguns traços comuns nos vários estudos que se prendem com a segmentação das vulnerabilidades em físico-naturais ou antrope-sociais. Globalmente tem-se desvalorizado a paisagem enquanto elemento integrador e único, onde a componente social pode ser tão importante quanto as componentes naturais. Por este facto, é importante considerar os elementos humanos, nas suas capacidades de intervenção sobre o espaço, e as dinâmicas sociais que são desenvolvidas na paisagem e determinantes para o desenvolvimento e configuração paisagística.

Embora estes estudos tenham a sua importância resguardada pela necessidade e para o entendimento de elementos mais específicos e de acordo com a problemática de cada área de estudo, também vemos que é igualmente necessária, uma abordagem holística, integrativa e dialética¹ no estudo dos espaços e das paisagens naturais e humanizadas. Como esta temática tem uma génese geográfica, julga-se fundamental o contributo que a Geografia poderá dar para o nosso estudo recorrendo às suas abordagens teórico-metodológicas e às suas ferramentas de análise.

O crescente desenvolvimento urbano, a atração que as cidades exercem sobre as pessoas, as elevadas taxas de crescimento populacional e o constante uso dos recursos naturais para o atendimento das necessidades humanas, levantam questões importantes a serem repensadas sobre a organização

¹ Este método é aqui entendido como em Araújo (2003) que destaca a necessidade do entendimento no espaço a partir da compreensão de como ocorrem as relações sociedade-natureza nas suas contradições e incoerências.

espacial, o planeamento urbano e a gestão das vulnerabilidades e riscos. Ao mesmo tempo, mantem-se atrativa a discussão sobre a forma sustentável e funcional de se organizar os espaços e a maneira mais racional de usar os recursos sem exauri-los, dando-lhes maior capacidade de resiliência. O propósito é aumentar a qualidade de vida das populações, dando acesso paritário aos recursos básicos, à produção e à partilha de riquezas, bens e serviços.

Apesar destes propósitos, vemos muitas vezes, alguns descompassos na busca pela integralização dos espaços e barreiras no desenvolvimento equitativo. A ausência do poder público e a escassez de consciencialização popular criam a degradação nos territórios e aumentam as desigualdades que evoluem para cenários de crise económica, social e ambiental. Neste caso a qualidade de vida das populações são muitas vezes o reflexo do modo como são estabelecidas as interseções entre as dinâmicas sociais e naturais.

É em torno deste perímetro temático que se debruça esta primeira parte da tese, que é composta por dois capítulos de índole teórica versando sobre as vulnerabilidades, os riscos e suas *nuances* teórico-conceituais. Paralelamente, insiste-se na história da cartografia e dos SIG na procura de metodologias de mapeamento em espaços de vulnerabilidades socioambientais.

1. UMA VULNERABILIDADE GLOBAL CONSTRUÍDA LOCALMENTE

1.1 Nota introdutória

Num cenário de mudanças climáticas, avanços técnico-científicos, efervescência social e constante embate geopolítico, vemos destacadas, no ideário social, as inseguranças e incertezas quanto ao equilíbrio socioambiental, à garantia da qualidade nos modos de vida das populações e à manutenção de paradigmas baseados nas ideias de desenvolvimento sustentável. Neste caleidoscópio planetário, as necessidades humanas básicas e a manutenção do equilíbrio ecológico têm, muitas vezes, sido negadas, em detrimento do crescimento económico e das garantias de poder e concentração de rendimentos em minorias.

As vulnerabilidades naturais e humanas são colocadas constantemente diante de nós, e vemos que essa condição se repete em todos os lugares, de forma contínua em termos temporais e em todos os grupos sociais. Certamente que com menor intensidade em alguns lugares e com maior intensidade noutros. Não podemos negar a frequência tempo-espacial das vulnerabilidades. Diariamente e em todos os lugares, ela é percebida e sentida. Associada à aceitação dessas fragilidades e limitações, surge o medo, a incerteza, o risco e a indefinição sobre o presente e o futuro.

Nesse contexto contemporâneo de vulnerabilidades e crises realizamos, neste primeiro capítulo, uma reflexão teórica e conceitual. Apresentamos factos e fenómenos de crises que evidenciam ambientes de vulnerabilidades socioambientais em diferentes sociedades e em períodos diversos ao longo da história. Destacamos a importância do estudo das vulnerabilidades e riscos para o desenvolvimento das sociedades, observando que o estudo das vulnerabilidades, apesar de recente, sempre esteve presente em vários momentos históricos. Abordamos os aspetos teóricos e conceituais relativos às vulnerabilidades e riscos, as suas tipologias, as suas abordagens e diversidade metodológica, bem como os elementos para o melhor entendimento e análise dos processos causadores de fragilidades no ambiente e na sociedade.

1.2 A ocorrência de fenômenos extremos à escala internacional e do Brasil

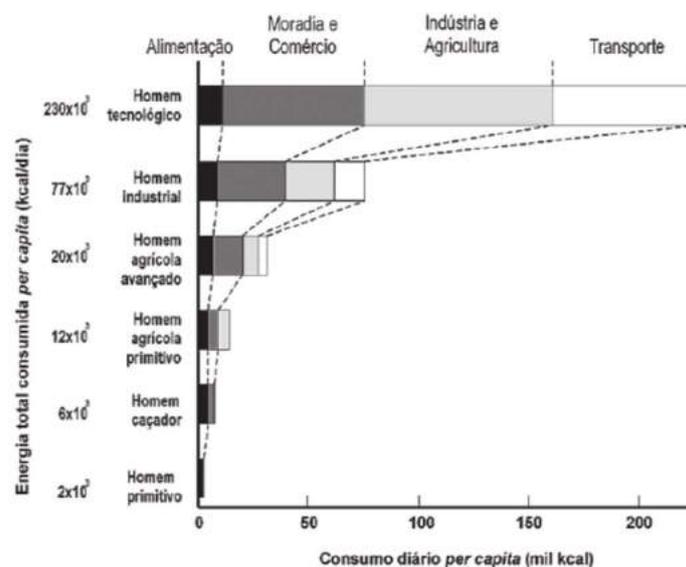
Nas últimas décadas a sociedade tem tomado consciência da sua capacidade em degradar a natureza (Cavalcanti, 1994; Hernández e Guadalupe, 2008; Bulzico e Gomes, 2010). Atualmente têm sido mais

acentuadas as discussões e ideias de que, na sua essência, o ser humano é finito e vulnerável (Kuhnen, 2009; Rosas, 2015; Dalbosco, Pagni e Gallo, 2018). Nesse contexto, a informação transmitida nos meios de comunicação evidencia a constante preocupação com os riscos a que a sociedade está vulnerável.

Especificamente no que concerne às fragilidades socioambientais, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, concluiu nos últimos relatórios publicados, que existe uma significativa relação entre o desenvolvimento das atividades humanas e o aumento da concentração na atmosfera de gases com efeito de estufa (IPCC, 2007, 2014, 2018).

As características do desenvolvimento civilizacional alcançado hoje pelas sociedades estão a exigir um consumo cada vez maior de matéria-prima e energia, que muitas vezes não sustenta as necessidades para o exercício das atividades produtivas e de consumo. Nos países desenvolvidos estima-se que o consumo de matérias-primas é, anualmente, de 15 a 20 toneladas, por indivíduo (Bringezu *et al.*, 2017). Nestes países o consumo energético é mais elevado do que nos países menos desenvolvidos e está diretamente ligado aos níveis de desenvolvimento tecnológico das sociedades (Figura 2). À medida que aumenta o desenvolvimento, cresce também a necessidade de energia (Goldemberg e Lucon, 2012).

Figura 2 – Necessidade e consumo de energia e os estágios do desenvolvimento tecnológico nas sociedades



Fonte: Goldemberg e Lucon, 2012: 36.

As consequências desse crescimento socioeconómico têm implicações no aumento da temperatura, no degelo, na subida do nível das águas oceânicas e no conseqüente avanço do mar nos territórios costeiros, na alteração dos padrões meteorológicos (vento, precipitação, geadas, estiagens) e no aumento quali-

quantitativo dos fenómenos extremos. Consequentemente é possível virmos a assistir, nas próximas décadas, à extinção de várias espécies e ao aumento de danos humanos, naturais e de perdas económicas (Gore, 2006; Marengo, 2006; Silva, 2008; Assis e Mattos, 2016).

O modo e os estilos de vida dos indivíduos, ligados ao consumo em excesso, que favorece a utilização dos recursos naturais de maneira indiscriminada, contribuem para a instabilidade ambiental, para o crescimento dos níveis de insegurança socioambiental e para o aumento das vulnerabilidades e riscos (Cavalcanti, 1994; Hogan *et al.*, 2001; Bash, 2015).

Ao longo da história das civilizações, observou-se através dos registos e dos documentos, a existência do risco e a admissão das vulnerabilidades no imaginário social. Desde as civilizações mais antigas, até às mais modernas, existiram preocupações e, às vezes, factos que comprovam as incertezas e as vivências humanas em fenómenos cataclísmicos de vulnerabilidade à manutenção da vida (Bernstein, 1998; Almeida, 2010; Almeida, Welle e Birkmann, 2016).

São vastos os exemplos de fenómenos extremos que tiveram grande impacte nas sociedades, *e.g.*, as secas que ameaçaram o antigo Egipto (Manning *et al.*, 2017); a inundação que dizimou populações na Mesopotâmia e as mudanças ocorridas na paisagem que, com uso inadequado de técnicas, salinizaram o solo e inviabilizaram a agricultura em alguns lugares (Engel, Brückner e Earth, 2018); a catástrofe eruptiva do vulcão Vesúvio, em Pompeia, em Itália, no ano 79 (d.C.) e a pandemia da peste negra que assolou toda a Europa durante o século XIV (Silva e Junior, 2012).

Além destes, podemos ainda elencar fenómenos que embora não sendo extremos, são na sua essência destrutivos e muitas vezes irreversíveis, numa escala temporal mais alargada e que apresentam um ritmo mais compassado. Podemos destacar como exemplos os processos de degradação causados pela civilização da Mesopotâmia na utilização dos complexos de irrigação e que de maneira imprópria e intensa causaram a salinização do solo, tendo posteriores consequências negativas para a agricultura e para o modo de vida da população. Igual erro cometeu a civilização Maia, no continente americano, quando pela deficiente utilização do solo, provocou erosão e défice hídrico nos seus recursos pedológicos (Teixeira *et al.*, 2009).

Esses exemplos confirmam que as sociedades antigas e clássicas não estiveram livres de eventos extremos ou de problemas ambientais. Atualmente as preocupações mantêm-se particularmente devido ao maior número e maior severidade dos eventos. Nas esferas sociais, governamentais e económicas,

verificamos a necessidade do entendimento dos riscos e vulnerabilidades socioambientais enfrentadas em diversos países.

Constata-se ainda que socialmente há mudanças na capacidade de mitigar os impactos negativos e na forma como os indivíduos são resilientes relativamente às consequências desses fenômenos. Não obstante, observamos também o aumento da capacidade de transformar e mudar os ambientes, cujas transformações são, muitas vezes, elementos que motivam e dão origem a novos impactos que são catabólicos para o estado de “equilíbrio” entre as dinâmicas da sociedade e da natureza (Tallis *et al.*, 2015; Kennedy *et al.*, 2016).

Os meios de comunicação noticiam, quase diariamente, factos e fenômenos que denunciam vulnerabilidades em diversos níveis. Podemos citar o exemplo do pior “acidente” da mineração brasileira, que ocorreu a 5 de novembro de 2015, no município de Mariana, em Minas Gerais, no sudeste brasileiro, com o rompimento de uma barragem de contenção de dejetos de minérios, provocando uma enxurrada de lama e devastando toda a extensão do rio Doce até ao Oceano Atlântico (Figura 3). Neste episódio, ocorreu a libertação de 62 milhões de m³ de rejeitos de mineração nos ecossistemas da região, provocando a mortalidade de espécies da fauna e flora fluvial e marinha, na costa do Estado do Espírito Santo, onde o rio desagua, assim como de seres humanos (Lopes, 2016).

Figura 3 – Desastre em Mariana em 2015



Fonte: <http://exame.abril.com.br/brasil/justica-investiga-22-pessoas-por-tragedia-em-mariana/> - consultado a 15 de janeiro de 2017. Foto de Douglas Magno / AFP Photo.

Podemos ainda citar a passagem do furacão Otto, a 24 de novembro de 2016, que fez vários mortos e desaparecidos na Costa Rica ou o furacão Matthew que atingiu o Haiti a 7 de outubro de 2016,

conduzindo a 900 mortos, assumindo-se como eventos extremos classificados como de alto poder destrutivo sobre perdas materiais e vidas humanas (Beven, 2017).

Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), divulgado a 13 de outubro de 2016, o Haiti é o país com o maior número de vítimas mortais em catástrofes naturais. Neste mesmo documento é recordada também a ação do terramoto de janeiro de 2010, apontado como um dos desastres mais mortais (220 mil vítimas) dos últimos 20 anos. A seca de três anos provocada pelo fenómeno *El Niño*, trouxe, além de perdas humanas, perdas também materiais, com migração em massa e nomadismo populacional, mergulhando populações no caos e em situação de calamidade (UNISDR, 2016a).

Somente países de baixo rendimento aparecem entre as primeiras posições no *ranking* dos mais vulneráveis a perdas humanas (UNISDR, 2016a). Tal relação mostra que o número de mortes nesses fenómenos extremos é diretamente proporcional ao nível de pobreza e desigualdade social apresentadas nos países afetados por tragédias. O documento destaca ainda que 90% das 1,3 milhões de pessoas mortas numa série histórica de mais de 7 mil desastres, ocorridos desde 1996, pertenciam a países de rendimentos médios ou baixos (UNISDR, 2016a).

A grande maioria dos fenómenos mortais estão relacionados com terremotos e tsunamis acompanhados de desastres relacionados com o clima. Este relatório aponta outro enfoque, até então oculto, do problema das desigualdades socioeconómicas. Enquanto que nos países mais desenvolvidos, as perdas são de ordem material e económica, nos países menos desenvolvidos estas perdas são sobretudo humanas (Cutter, 2006a; Vignolli, 2006; UNISDR, 2016a).

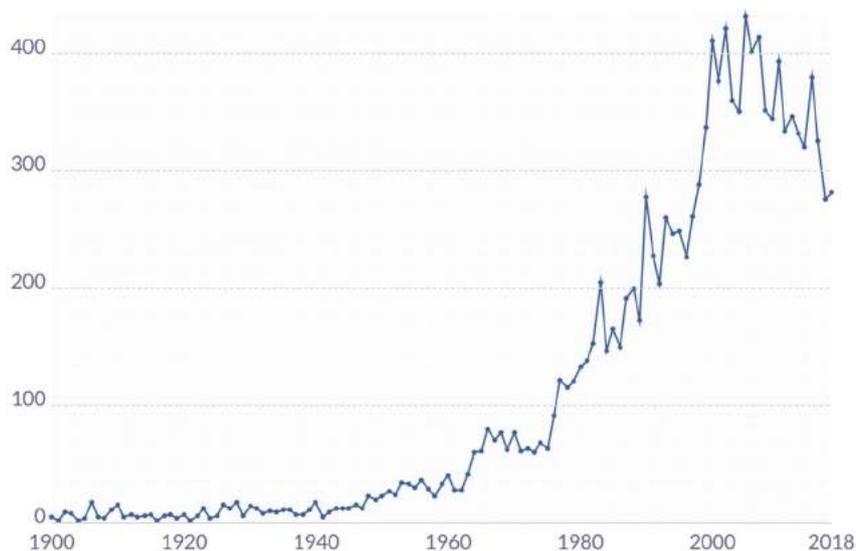
Ainda segundo o relatório da ONU, mais do que duplicou o número de desastres climáticos nos últimos 40 anos. Entre 1976 e 1995, foram 3.017 desastres e entre 1996 e 2015, cifraram-se em 6.391. Apesar dos países menos desenvolvidos serem os mais afetados com as mudanças climáticas, observa-se que estes são os que menos contribuem para a poluição e a destruição da camada de ozono (Ludwig e Mattedi, 2016; UNISDR, 2016a).

Corroborando os dados da ONU, Roser e Ritchie (2018), apresentam a mesma tendência de crescimento dos desastres naturais, a nível mundial, a partir dos anos de 1980. Os investigadores contabilizaram desastres entre 1900 e 2017 e consideraram na categoria de desastres naturais, os eventos decorrentes de secas, enchentes, condições climáticas extremas, deslizamentos de terra e movimentos de massa, incêndios, terremotos e vulcanismo. A partir dos dados recolhidos pelo *Our World in Data* houve um

aumento exponencial de eventos extremos e o ano de 2005 alcançou o número mais elevado (432 desastres) (Figura 4).

De acordo com o relatório *Global Catastrophic Risks*, publicado em 2016, não podem ser desprezadas, nem desconsideradas, as ameaças de calamidades mundiais. O relatório aponta as alterações climáticas, ocorridas nos últimos anos, como as responsáveis pelas principais vulnerabilidades socioambientais e consequentes instabilidades políticas e difusão de doenças epidémicas/pandémicas. As previsões agravam-se para os próximos anos apontando para situações ainda mais críticas do que as atuais (UNISDR, 2016b).

Figura 4 – Número de desastres naturais registados entre os anos de 1900 e 2018



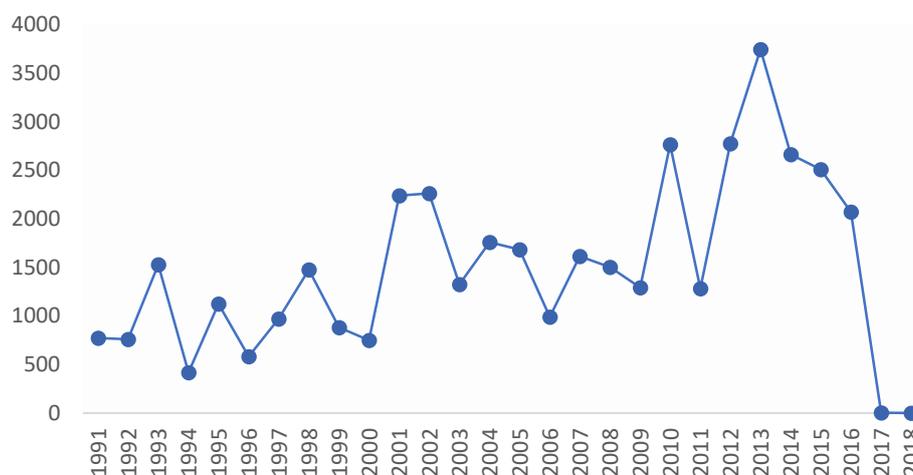
Fonte: Roser e Ritchie, 2019.

Extraído de: <https://ourworldindata.org/natural-disasters> - consultado em 12 de abril de 2019.

O Brasil, apesar de não figurar entre os principais países com ameaças e riscos naturais de elevada magnitude, não está livre de apresentar níveis de vulnerabilidade e riscos ambientais e socioeconómicos. Nos últimos anos, o Brasil também assistiu a um crescimento destes fenómenos (Figura 5). O ano de 2013, considerando o período entre 1991 e 2018, destaca-se como o ano que mais ocorreram registos de fenómenos extremos (3.747 registos), com consequências sobre a população. Os dados recolhidos pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), demonstram uma tendência crescente até 2013 e um decréscimo a partir deste ano, mas mantendo um nível ainda preocupante até 2016. Os dados relativos ao ano de 2017 revelaram apenas quatro ocorrências e em relação ao ano de 2018, não se verificaram ocorrências. Essa situação atípica leva-nos a acreditar que nestes dois últimos anos, o

S2iD não alimentou a base de dados que é construída a partir de relatórios com informações descritivas e técnicas, no momento das ocorrências, e que são emitidas pelos órgãos de defesa civil dos municípios brasileiros, e encaminhadas para a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). Nos anos de 2019 e 2020, a base de dados segue a tendência de ausência de dados, denunciando o baixo compromisso do poder público na monitorização de eventos extremos e na gestão de riscos.

Figura 5 – Número de reconhecimentos do Estado de Calamidade Pública (ECP) e Situação de Emergência (SE), por razões naturais no Brasil, entre os anos de 1991 e 2018



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, 2019.

Extraído de <https://s2id.mi.gov.br/paginas/séries/> - consultado a 20 de julho de 2020.

Observamos que é preciso uma maior monitorização e controlo destes dados, bem como a necessidade de registo de situações extremas, para possibilitar decisões de políticas públicas e ações a favor das populações atingidas. A ineficiência do Estado no registo dos riscos e das vulnerabilidades tem tido consequências negativas na sociedade, com perdas humanas e materiais. É preciso que sejam desenvolvidas novas abordagens que possam ter uma tradução prática nos territórios, particularmente de forma preventiva, e definidora de medidas preventivas. Por este facto, os objetivos que nos propusemos atingir na nossa investigação podem ser um importante contributo para o planeamento regional.

Em 2016, na região Sudeste e Nordeste brasileira, ocorreu uma crise hídrica como consequência dos baixos índices de pluviosidade registados nessas áreas, o que contribuiu para o aumento do défice hídrico nas fontes de abastecimento de água das principais regiões metropolitanas dessas duas regiões, causando diversos problemas de ordem urbana, sanitária e de abastecimento de água na população.

Apesar de o Brasil ser considerado um dos países de maior riqueza hídrica, por apresentar extensas bacias hidrográficas, são visíveis as vulnerabilidades e deficiências na gestão de recursos hídricos, sobretudo nas áreas semiáridas do Nordeste.

O ano de 2016 foi um dos mais críticos para o Brasil, por ter afetado 18 milhões de habitantes (84% viviam na região nordeste). Segundo dados do relatório: “Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017” (Agência Nacional de Águas, 2017), as secas levaram 2.783 municípios brasileiros (dos 5.570 municípios) a decretarem Situação de Emergência (SE) ou Estado de Calamidade Pública (ECP), entre 2003 e 2016. No mesmo período, no Nordeste o somatório das cidades afetadas pela estiagem equivaleu a 78,5% da área de toda a região. No Brasil, mais de metade dos desastres naturais ocorridos entre 1991 e 2012, estão ligados à ausência ou ao excesso de água, e têm afetado cerca de 127 milhões de brasileiros. Os prejuízos materiais entre 1995 e 2014, são da ordem dos 182,7 milhares de milhões de reais (Agência Nacional de Águas, 2017).

Na região Norte do Brasil, área em que se encontra a floresta amazônica, há outras peculiaridades fisiográficas e sociais que possibilitam outra caracterização e análise sobre as tipologias de riscos e vulnerabilidades socioambientais. Trata-se de uma área ainda pouco povoada, onde predominam os valores naturais e apresenta aparentemente uma menor vulnerabilidade e riscos socioambientais. No entanto, é importante reforçar que este território é muito rico do ponto de vista étnico, antropológico e cultural e possui um enorme potencial ambiental, sendo pertinente a discussão e a análise dos riscos socioambientais.

Entre algumas situações que envolvem vulnerabilidade e riscos na Amazônia, destacamos as que estão ligadas às questões climáticas e que afetam os regimes de inundações e secas dos rios e que impõem mudanças de ordem ambiental e social nas dinâmicas urbanas das cidades amazônicas. Como exemplos destacamos as secas motivadas pela ocorrência do *El Niño*, no oceano Pacífico, e que trouxeram em 1982, 1997 e 2003, diversas situações críticas através de incêndios e diminuição da vazão dos rios, com agravamento das vulnerabilidades sociais e trazendo prejuízos para a navegabilidade dos rios e dificuldades no transporte intercidades, de pessoas e mercadorias, lembradas até hoje, pela maioria da população (Brown *et al.*, 2006; Fearnside, 2009).

As taxas de desmatamento realizadas nos últimos anos na floresta conduziram o Amazonas para o aumento das vulnerabilidades climáticas em eventos extremos, tais como ações destrutivas eólicas. Em alguns casos foi evidente a queda de árvores e afetou residências que não possuíam estruturas para sobreviver a este tipo de fenômenos. Com o abate de árvores a partir do desmatamento, é retirado parte

do efeito dissipador da energia dos ventos, colocando as áreas urbanas, como áreas suscetíveis à ação destrutiva dos ventos (Makarieva, Gorshkov e Li, 2008).

Segundo Nobre (2014), nos últimos 40 anos, a floresta foi constantemente atacada pela exploração da madeira e aumentaram nesse período, proporcionalmente ao desmatamento, as perdas com desastres naturais, ligadas às questões climáticas, tanto pelo excesso de chuvas e ventos, como pela falta de chuvas. Nesse contexto, não podemos desconsiderar o papel de grande relevância desenvolvido pela floresta, na recarga dos aquíferos subterrâneos, na atenuação das cheias e dos processos erosivos, bem como na manutenção do equilíbrio ecológico.

Para além destes aspetos, as inundações na Amazônia representam dificuldades para a mobilidade urbana, um maior risco para a proliferação de doenças, um maior contato da população com a poluição ambiental e a água contaminada (uma vez que as redes de esgotos sanitários são muito incipientes), o aumento dos processos erosivos nas encostas e o desmoronamento de vertentes fluviais e prejuízos na lavoura e cultivos feitos nas margens dos recursos hídricos, conduzindo a impactes sobretudo para as populações ribeirinhas que habitam nas áreas de influência fluvial.

No âmbito da acessibilidade à capital Manaus, as distâncias e a ausência de vias terrestres põe as populações das cidades mais longínquas em situação de desvantagem económica, marginalização estrutural e falhas de desenvolvimento e governança.

A floresta amazônica é um elemento importante na dinâmica climática não só da região, mas também de grande parte do continente sul-americano, uma vez que é exportadora de vapor de água para os Andes, onde se acumulam, no topo da cordilheira, as neves que depois derretem e alimentam a bacia hidrográfica do Amazonas. Paralelamente, também possibilita o envio, para as regiões do sudeste e sul do Brasil, de humidade e chuvas que alimentam os ecossistemas dessas áreas, possibilitando o desenvolvimento das atividades agropecuárias no Brasil Central e em países do Centro-Sul do continente (Nobre, 2014).

Na Amazônia, o aumento das ocorrências de eventos extremos ligados às questões climáticas afeta diretamente a economia local e gera situações de extrema vulnerabilidade, sobretudo junto das populações pobres, colocando-as num cenário de insegurança alimentar e de comprometimento da sua subsistência, com impactes negativos inclusive na saúde. Eventos como cheias ou secas, afetam, na vazão dos rios amazônicos, a produção da agricultura de subsistência, a exploração e cultivo de peixes, o comércio local, o turismo e outras atividades humanas em áreas rurais e urbanas.

Para além das vulnerabilidades ambientais, existem outros tipos de riscos e vulnerabilidades que estão ligados às dinâmicas de fronteira no município de Tabatinga (que será objeto de uma análise mais aprofundada em capítulos posteriores da presente tese) e aos interesses económicos que regem as relações sociais com a floresta e que afetam sobretudo as populações mais debilitadas.

Destacamos os conflitos pela posse de terras entre indígenas e latifundiários, invasões e destruição de áreas de reservas indígenas com o objetivo de exploração de recursos naturais, vulnerabilidades dos povos indígenas e ribeirinhos às Infeções Sexualmente Transmissíveis (*e.g.*, Hepatite e VIH/SIDA), devido à deficiente ação governamental no acesso à informação e a recursos preventivos. Também se devem destacar as vulnerabilidades em termos de segurança social ligadas aos problemas de contrabando de drogas contribuindo para o aumento da violência urbana e ligado ao narcotráfico, assim como as vulnerabilidades infraestruturais urbanas como deficiente deposição de resíduos, ausência de saneamento básico e baixa qualidade da água. Estes são alguns dos problemas que afetam a diminuição da qualidade de vida das populações na Amazônia e a quebra do equilíbrio ambiental na floresta.

Nesse número significativo de situações que põem em evidência os elementos propulsores das vulnerabilidades socioambientais amazônicas, constatamos que são mais do que necessários esforços para a compreensão e mitigação das situações que induzem o aumento dessas vulnerabilidades.

Desse modo, torna-se muito importante e necessária a realização de estudos que contribuam para a identificação das áreas mais vulneráveis. O fluxo de informações interinstitucionais para lidar com os impactos, assim como a disponibilidade de novas tecnologias de comunicação, a consciencialização pública sobre as questões ambientais, a compreensão dos processos que induzem as vulnerabilidades e os elementos envolvidos nas dinâmicas dos riscos, além da capacidade de tomar decisões científicas e de gestão devem ser alguns dos elementos essenciais na resposta social aos riscos e vulnerabilidades da Amazônia.

É fundamental encontrar abordagens que permitam identificar com detalhe os riscos no sentido da adequação das estratégias de ordenamento territorial. Ao melhorar as práticas de planeamento estamos a atuar de forma preventiva, que será fundamental para minimizar as diversas situações de risco. Para tal, os planeadores e decisores políticos podem contar com os avanços tecnológicos subjacentes à criação de uma cartografia de risco, requerendo para tal informação geográfica detalhada e dinâmica no tempo.

1.3 Aspectos teórico-metodológicos dos conceitos de risco e de vulnerabilidade

1.3.1 Enfoque dos estudos de vulnerabilidade e risco nas Ciências Sociais e na Geografia

Embora o risco e as vulnerabilidades estivessem presentes nas sociedades do passado, foi na modernidade que se intensificaram os temores sociais e o interesse dos investigadores, sobre essa temática e em várias áreas do conhecimento.

O surgimento e a evolução do capitalismo, o aumento da complexidade das relações comerciais e financeiras, os novos ideais renascentistas e iluministas, a mudança para novos paradigmas políticos em defesa dos Estados-Nação, a ocorrência das revoluções industrial e técnico-científica e a consolidação de novas relações sociais baseadas num contexto de globalização com fácil acesso à informação, colocaram o planeta num novo cenário. Passou a ser maior o controlo social da natureza, a necessidade de submetê-la aos desejos e necessidades humanas e a necessidade da previsibilidade dos fenómenos naturais que antes eram imprevisíveis (Bernstein, 1998).

Nesse novo cenário mundial, observamos um paradoxo. À medida que existe uma evolução tecnológica e científica, há também novas problemáticas que surgem a partir do progresso. É nesse contexto que surge a necessidade de serem realizados mais estudos e reflexões sobre os riscos e as diferentes vulnerabilidades (Teles, 2001; Mumpower *et al.*, 2010; Falbo e Keller, 2015).

Quando pensamos em risco surge a palavra vulnerável, importando esclarecê-la também. Esta última palavra deriva do latim *vulnerabile*, com idêntico sentido de: que, ou por onde, pode ser ferido. Vulnerabilidade é a qualidade de vulnerável e provém do mesmo étimo, com o sufixo idade. Vulnerável é aquilo ou aquele que é suscetível de ser exposto a danos devido à sua fragilidade (Silva e Michaelis, 2004).

Atualmente são vários os estudos que se têm debruçado sobre o tema das vulnerabilidades, em várias áreas do conhecimento. Entre eles destacam-se os estudos aplicados nas áreas da Medicina e da Saúde (*e.g.*, Quinn e Overbaugh, 2005; Barchifontaine, 2006; Almeida *et al.*, 2007; Rickles *et al.*, 2018), da Economia e da Administração (*e.g.*, Ligon e Schechter, 2003; Briguglio *et al.*, 2009; Satish e Satyanarayana, 2015; Gilpin, 2018), da Engenharia (*e.g.*, Meslem, Lang e Molina, 2015; Kumar e Alka, 2017; Bouzelha *et al.*, 2018), das Ciências Naturais e da Terra (*e.g.*, Haas, 1978; Cin e Simeoni, 1994; Cunha e Dimuccio, 2001; Füssel e Klein, 2006; Cunha, 2009, 2012, 2013; Rebelo, 2010; Almeida, 2012; Bento-Gonçalves *et al.*, 2012; Bateira *et al.*, 2014; Lourenço *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2014;

Lourenço, 2007, 2014, 2015; Vieira e Bento-Gonçalves, 2015; Vieira *et al.*, 2015; Bento-Gonçalves, Lourenço e Silva, 2015; Cunha e Rocha, 2016; Lourenço, Bento-Gonçalves e Bento, 2001; Soares *et al.*, 2017; Teles, 2017; Vieira e Costa, 2017) e igualmente das Ciências Humanas e Sociais (*e.g.*, Cannon, 2008; Soczek, 2008; Guillard-Gonçalves *et al.*, 2015; Kumar, Geneletti e Nagendra, 2016; Bezerra, 2017).

Nos debates bioéticos e na saúde, o conceito ganhou destaque à medida que foram realizados estudos onde se procurou compreender a inter-relação entre a ocorrência de epidemias e o impacto de doenças na vida de pessoas pertencentes às populações mais desfavorecidas. Alguns dos estudos ligados às questões sobre os direitos humanos e sobre as Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST), possibilitaram a compreensão sobre como as enfermidades se transformavam rapidamente numa epidemia. De igual modo, também evidenciaram como estas enfermidades se relacionavam com grupos e classes sociais específicas, possibilitando uma articulação entre a saúde pública e os cenários socioeconómicos, num estudo comportamental de como se relacionavam as ações dos vírus com as classes sociais mais vulneráveis às suas ações (Barchifontaine, 2006).

Nesse contexto, observa-se que o conceito de vulnerabilidade se relacionava com o risco e, particularmente, com o conceito de população em risco. Aceitou-se que a relação do risco e da vulnerabilidade seria diretamente proporcional às ações individuais e às formas de como as pessoas viviam, sendo, portanto, necessárias mudanças nos estilos de vida para que pudessem passar a ser grupos menos vulneráveis (Fried *et al.*, 2004; Barchifontaine, 2006). Neste sentido, o conceito de vulnerabilidade estava diretamente influenciado e controlado pelas decisões individuais. Nessa conceção a vulnerabilidade estava desassociada da componente social e coletiva.

Outros investigadores como o sociólogo Eugene Haas (1973, 1978) e o geógrafo norte-americano Gilbert White (1998, 2001) reposicionaram a perspetiva das vulnerabilidades para além da esfera individual realçando a importância dos fatores sociais, económicos, políticos e culturais. Nesse contexto teórico metodológico, a análise das vulnerabilidades e dos riscos passa pelas múltiplas realidades económicas e sociais em que os indivíduos estão inseridos, considerando a diversidade das realidades espaciais e ambientais em que os sujeitos se encontram. As vulnerabilidades não podem ser entendidas segregando indivíduos, mas articulando-os socialmente e entendendo as situações e os contextos em que socialmente estão envolvidos medindo, inclusive, as oportunidades de acesso que a população tem a bens e serviços (White e Haas, 1975; Turner *et al.*, 2003; Smit e Wandel, 2006).

O conceito de vulnerabilidade admite diversas aplicações e análises que estão vinculadas a diferentes contextos sociais e históricos, bem como a diferentes áreas científicas nos seus respectivos objetos de estudo. Contudo, este conceito pode ser definido pela possibilidade da ocorrência de eventos ou factos que causem, de algum modo, danos e impactes negativos a um sistema. É o grau em que um sistema, ou parte dele, pode reagir adversamente à ocorrência de um evento que envolva perigo (Brooks, 2003; Teles, 2010; Proag, 2014; Berrouet, Machado e Villegas-Palacio, 2018). A vulnerabilidade assume para si, a ideia da fragilidade e do risco que se vincula a níveis de responsabilidade social e económica e à capacidade de convívio com o provável evento (Cutter, Boruff e Shirley, 2003; Cutter *et al.*, 2008; Cutter, 2016a, 2017).

Em relação aos tipos de vulnerabilidade, existem diversos parâmetros para a sua classificação. Para Weichselgartner (1999), as vulnerabilidades podem existir a nível individual, social ou de grupos específicos. Existem também as vulnerabilidades técnicas, que são as relacionadas com aspetos infraestruturais, como por exemplo uma rede de esgoto, uma rede elétrica ou de telecomunicações ou uma estrutura residencial. Também podemos abordar a vulnerabilidade derivada das interações sociais com as condições físico-ambientais que afeta a capacidade do ambiente em se regenerar ou a capacidade social de adaptação às condições estáveis do ambiente.

No âmbito da ciência geográfica, o conceito de vulnerabilidade é utilizado para o entendimento do risco, do perigo, da gestão de riscos e desastres, das mudanças climáticas e em estudos que envolvam as temáticas do ambiente, da sustentabilidade ou sociais. Destacam-se, nas últimas décadas, os estudos de vulnerabilidades ligados aos ambientes urbanos e metropolitanos (Mitchell, 1998, 2001, Teles, 2001, 2016; Pelling, 2012; Cutter, Ash e Emrich, 2014; Bento-Gonçalves, Lourenço e Silva, 2015; Vieira *et al.*, 2015; Lourenço, 2007; Cutter *et al.*, 2017).

Na ciência geográfica o estudo das vulnerabilidades é motivado pela variabilidade dos lugares. Nesses estudos é suposto que a localização seja um fator importante para o entendimento dos níveis de vulnerabilidade e conforme haja proximidade ou distância da fonte de perigo. Neste caso o referencial teórico-metodológico da Geografia possibilita a construção de mapeamentos e de cartografia temática para a representação e conseqüentemente a análise dessas vulnerabilidades identificando as áreas expostas aos riscos, com vista a um planeamento e mitigação de possíveis impactes (Cutter, Mitchell e Scott, 2000; Lewis e Kelman, 2010; Mehmood, 2016).

As várias divergências existentes nas conceções do termo “vulnerabilidade” existem sobretudo devido a diferenças epistemológicas e metodológicas. Para além deste aspeto, consideram-se também nos

estudos sobre as vulnerabilidades os diferentes tipos de risco e perigos envolvidos. A vulnerabilidade apresenta-se conforme as diferenças sociais e a diversidade dos grupos populacionais e em função das características dos territórios. Nessa perspectiva as noções de vulnerabilidade são múltiplas, pois relacionam-se com os indivíduos e com os grupos que são afetados de maneira diversa e ao mesmo tempo com o espaço geográfico nas suas específicas fisionomias (Deschamps, 2004; Marandola Jr. e Hogan, 2009).

Importa ressaltar os estudos de Cutter (1993, 1996, 2011, 2016b), que elucidam uma revisão do conceito de vulnerabilidade tendo identificado 18 definições diferentes que agrupou em três segmentos de vulnerabilidades:

a) Vulnerabilidade como exposição ao risco - que tem como ponto central analisar a fonte de risco e os níveis de exposição; nesses estudos são avaliadas as condições de perigo em que áreas são ocupadas por atividades humanas e o grau de perda que está ligado à ocorrência de algum evento específico;

b) Vulnerabilidade como construção social - que admite a reação da sociedade relativamente aos perigos e estuda os aspetos construídos socialmente na tomada de decisão dessa reação; esta perspectiva, considera a tipologia da condição perigosa e admite-a como sendo de origem social; considera-se que a condição vulnerável de grupos é algo construído socialmente e historicamente por aspetos económicos e culturais;

c) Vulnerabilidades ambientais ou naturais - que tem como foco o estudo dos lugares e da paisagem, mesclando elementos das vulnerabilidades no entendimento da exposição aos riscos e como construção social; neste segmento a vulnerabilidade é entendida como a junção de elementos físico-ambientais e elementos sociais num contexto geográfico.

Por seu turno, Tagliani (2003) considera a vulnerabilidade ambiental como sendo o maior ou o menor grau de suscetibilidade de um determinado ambiente, devido aos impactes ambientais de origem antrópica. Este autor integra tanto a dimensão social quanto a ambiental.

Na nossa perspectiva, na abordagem das vulnerabilidades ambientais é imprescindível o entendimento das especificidades paisagísticas e das características autóctones dos lugares, não apenas na componente ambiental, mas também socioeconómica. Nessa ótica, são mais ou menos vulneráveis socioeconomicamente aqueles que de alguma forma têm acesso limitado à educação, à formação profissional, à saúde, à cultura e ao lazer (Abramovay *et al.*, 2002). Nesta perspectiva a ação do poder público é o elemento que influencia diretamente os níveis dessas vulnerabilidades.

Corroborando a perspectiva de Cutter (1996) sobre as vulnerabilidades ambientais, também Weichselgartner e Bertens (2000) propuseram que o conceito de vulnerabilidade é composto por elementos tanto geográficos quanto sociais. Para eles a vulnerabilidade deve ser entendida como um risco biofísico onde existe a possibilidade da resposta social num dado espaço ou lugar. Assim, a análise dos riscos a que os territórios estão sujeitos deve incluir indicadores que permitam analisar os níveis de vulnerabilidade física, social e económica.

Tudo aquilo que se encontra em situação de risco é de algum modo vulnerável. Esta conceção é atribuída pelas carências ou diferenças de um objeto, em relação a outros elementos que estão naturalmente mais preparados para enfrentar as ameaças (Cutter, 1996; Turner *et al.*, 2003; Wisner *et al.*, 2004; Adger, 2006; Birkmann e Wisner, 2006; UNISDR, 2009; Cunha, 2013; Kemerich *et al.*, 2013; Lourenço, 2015).

As discussões teóricas sobre a compreensão das causas das vulnerabilidades são multifocais. Algumas pesquisas caracterizam-se por valorizar a vertente político-económica e social, onde as questões de causa dos impactes e a capacidade de resiliência social são o foco central. Em muitos casos as condições sociais de um grupo populacional e o contexto do lugar onde estão inseridos explicam os níveis de vulnerabilidade.

Na opinião de autores como Bohle, Downing e Watts (1994); Schmidtlein *et al.* (2008); Cutter, Burton e Emrich (2010); Lin e Polsky (2015) existem três processos para definir as vulnerabilidades:

1. Capacidade económica do grupo;
2. Poder político ou social;
3. Padrões de reprodução social que se fundamentam na história. A intersecção desses processos produz, no espaço, níveis de vulnerabilidade diferentes que são diretamente proporcionais às forças motrizes que dinamizam a imbricação desses processos.

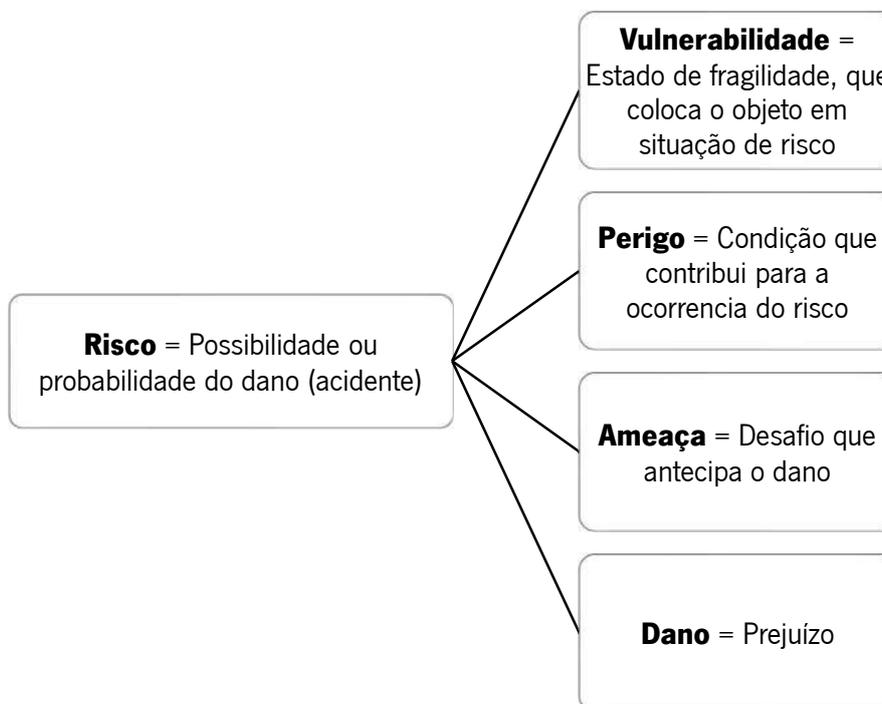
Na nossa investigação aproximamo-nos do conceito de vulnerabilidade proposto por Cutter (2012); Hummell, Cutter e Emrich (2016) e Willis e Fitton (2016), uma vez que estes conceitos incorporam elementos sociais, demográficos e económicos dos grupos ou populações.

Em termos metodológicos é fundamental clarificar os pressupostos que adotámos na nossa pesquisa quando descodificamos os conceitos. Tem sido reconhecido que as dinâmicas atuais da sociedade destacam as preocupações com os diferentes tipos de risco (naturais, tecnológicos, económicos, sociais ou biológicos) (Teles, 2001). São vários os autores que consideram que o risco pode ser entendido como a probabilidade de ocorrência de diferentes fenómenos que são suscetíveis de causar danos ao ser

humano num determinado território e em determinado período (Teles, 2001; Santos, 2002). Na mesma sequência entende-se que basta a presença direta ou indireta do ser humano num dado território para aumentar a sua vulnerabilidade e que essa vulnerabilidade pode assumir várias dimensões (humana, material, social, ambiental ou funcional) (Rebelo, 2016; Mendes *et al.*, 2019). Em todo o caso, a teoria dos riscos é definida tendo em conta a articulação da probabilidade temporal e a suscetibilidade espacial de ocorrência de fenómenos potencialmente perigosos (perigosidade/ *hazard*) com a suscetibilidade dos territórios articuladas com a vulnerabilidade dos indivíduos (Dauphiné, 2001; Julião *et al.*, 2009; Cunha, 2013; Rebelo, 2016).

A Figura 6 reúne estes conceitos de forma conexas, demonstrando o grau de inter-relação entre o conceito de risco e as suas componentes.

Figura 6 – Relação conceitual do risco e das suas componentes



Fonte: Elaboração própria com base em Machado (2003) e Castro, Peixoto e Rio (2005).

Na sequência da síntese que se procurou realizar no âmbito da elaboração do guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de base municipal Julião *et al.* (2009), clarificam os conceitos de perigo, perigosidade, suscetibilidade, vulnerabilidade e risco, como podemos observar no Quadro 1.

Quadro 1 – Conceitos usados para o entendimento dos riscos

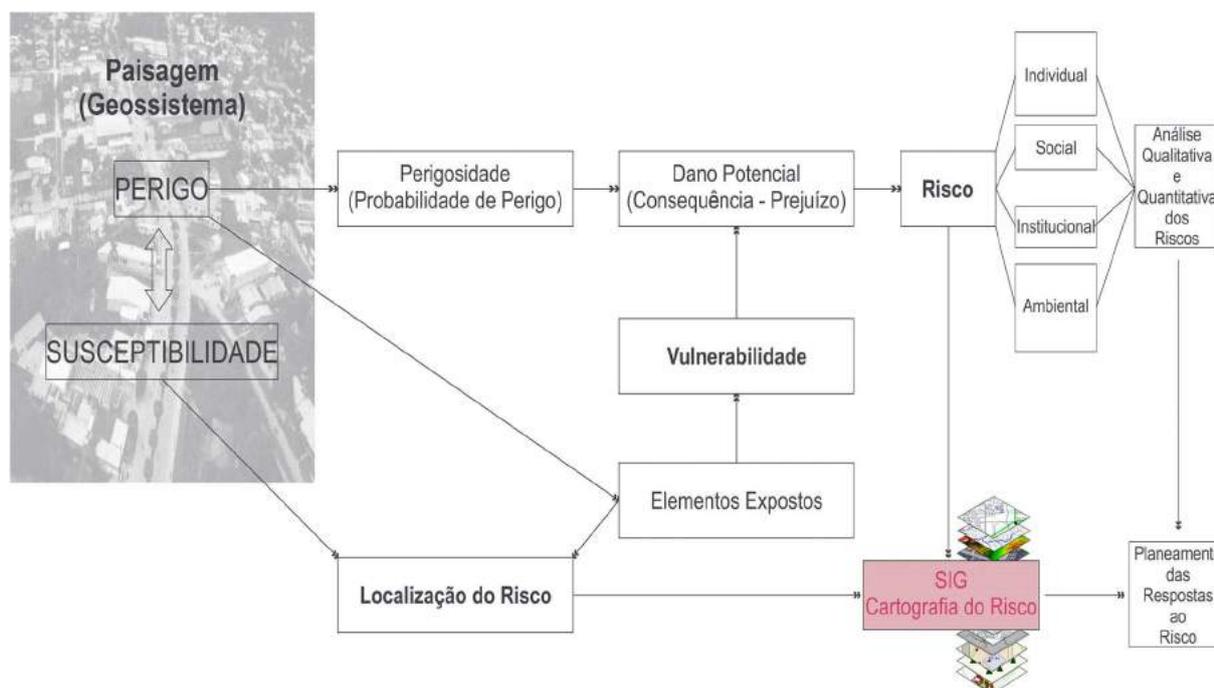
	Conceitos
Perigo	Processo natural, tecnológico ou misto suscetível de produzir perdas e danos identificados.
Perigosidade ou Probabilidade do Perigo	Probabilidade de ocorrência de um processo ou ação com potencial destruidor (ou para provocar danos) com uma determinada severidade numa determinada área e num dado período de tempo.
Consequências ou Dano Potencial	Prejuízo ou perda expectável num conjunto de elementos expostos, em razão do resultado do impacte de um processo perigoso de determinada severidade.
Suscetibilidade	Incidência espacial do perigo. Propensão de uma área para ser afetada por um determinado perigo, nalgum período, sendo avaliada através dos fatores de predisposição para a ocorrência dos processos, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência.
Vulnerabilidade	Grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos como resultado da ocorrência de um processo de determinada severidade.
Risco	Probabilidade de ocorrência de um processo perigoso e respetiva estimativa das suas consequências expressa em danos diretos e indiretos. (Risco (R) = Probabilidade do perigo (P) x Dano potencial (C); $R = P \times C$).

Fonte: Elaboração própria com base em Julião *et al.* (2009).

Articulando estas definições elaborámos um esquema conceitual que destaca o processo de avaliação de risco e que aponta para a cartografia dos espaços vulneráveis e de risco (Figura 7). Estes produtos são instrumentos importantes para a definição de políticas de planeamento e gestão do risco nos ambientes fluviais da Amazónia, respondendo às problemáticas locais.

A etimologia da palavra risco vem do francês *risque*, do italiano *risco* ou *rischio*, que se refere ao perigo ligado a uma atividade inicialmente vinculada à atividade da navegação mercante. Do árabe clássico *rizq*, tem o sentido de algo ligado à providência ou à proximidade ou contingência de um possível dano. O risco também costuma ser usado como sinónimo de perigo. O risco está relacionado com a vulnerabilidade, ao passo que o perigo está associado à possibilidade de um prejuízo ou de um dano. Enquanto o risco é a possibilidade de dano, o perigo é a probabilidade de acidente. Desse modo, o perigo é uma causa do risco. Uma ameaça é um outro conceito também associado ao risco correspondendo a um feito que antecipa um dano (Machado, 2003; Castro, Peixoto e Rio, 2005; Rebelo, 2010).

Figura 7 – Modelo de interconexão conceitual



Fonte: Elaboração própria com base em vários autores.

O risco está associado às noções de incerteza, exposição ao perigo, perdas e prejuízos económicos, ambientais e sociais, vinculados a processos naturais e a processos advindos das ações humanas, a partir das suas atividades económicas (Almeida, 2011). Assume-se como a probabilidade da ocorrência de processos, fenómenos ou factos, distribuídos no tempo e no espaço, que afetam a vida humana, de maneira direta ou indireta, com impactes positivos ou negativos (Teles, 2001; Castro, Peixoto e Rio, 2005; Lourenço, 2015).

Não obstante, não é consensual a definição de risco e vários autores trabalham o risco sob diversas perspetivas (Lourenço, 2015). Quando consideramos os vários conceitos, existe uma intersecção onde a ideia de incerteza está presente sendo o risco usado como uma dimensão numérica ou probabilística de ocorrência de um evento não desejado. Apresenta-se no Quadro 2, as definições de alguns autores internacionais que se têm debruçado sobre o conceito de risco. Na nossa perspetiva são mais completos os conceitos de Ale (2002), Bostrom e Cirkovic (2016) e de Botzen *et al.* (2018), por considerarem na definição, os aspetos espaciais e de exposição, dando um cunho métrico e espacial ao risco. Desde Lowrance e Klerer (1976) observa-se uma evolução conceitual do risco, com a inclusão da dimensão probabilística e espacial. Estas dimensões estão correlacionadas com a extensão do risco e sua exposição, vinculadas à ideia de perdas materiais ou de vidas humanas.

Quadro 2 – Definições do conceito de risco

Ano	Autor ou Instituição	Definição
1976	Lowrance	É um valor de probabilidade e gravidade de consequências adversas.
1991	Kaplan	É a evolução de um cenário, considerando as probabilidades e as suas consequências.
1996	Graham & Weiner	É a probabilidade de um resultado adverso.
2002	Ale	É o somatório de probabilidades e a extensão de consequências.
2003	Rosa	É uma situação ou evento incerto e de resultado incerto onde pode estar comprometido algo de valor humano.
2005	Campbell	Relaciona-se com a espera de que algo de negativo aconteça.
2006	IRGC	É um resultado incerto de um evento ou atividade em relação a algo que os seres humanos valorizam.
2007	Willis	Corresponde a uma perda esperada.
2010	Aven	É a combinação bidimensional de: (eventos e as suas consequências) + (incertezas associadas).
2010	Rebelo	Corresponde a tudo o que se relaciona com fenómenos potencialmente perigosos e com a presença do ser humano. Algo que pode correr mal e criar problemas ao ser humano ou às suas realizações. O risco é igual ao somatório de perigo mais vulnerabilidade.
2016	Bostrom & Cirkovic	É o produto da probabilidade e da magnitude da ocorrência de eventos.
2018	Botzen	O risco de desastres naturais é definido como uma função de perigo, exposição e vulnerabilidade. $Risco = Perigo \times Exposição \times Vulnerabilidade$.

Fonte: Elaboração própria com base em vários autores.

Comprova-se que o risco é entendido por alguns autores como a probabilidade ou os valores esperados (Lowrance e Klerer, 1976; Kaplan, 1991; Graham e Wiener, 1996; Ale, 2002; Bostrom e Cirkovic, 2016). Outros autores aceitam que o risco é a representação das consequências ou incertezas nascidas a partir de um evento (Rosa, 2003; Campbell, 2005; IRGC, 2006; Willis, 2007; Aven e Renn, 2010; Rebelo, 2010; Botzen *et al.*, 2018).

Nesta investigação, a nossa conceção de risco aproxima-se dos conceitos que consideram a ideia probabilística no conceito de risco, uma vez que nos nossos objetivos está a opção em medir os espaços da área de estudo e classificá-los de acordo com os níveis de vulnerabilidade.

Contra-pondo-se aos conceitos que corroboram a medição do risco, as definições de Rosa (2003) e IRGC (2006) assumem uma dimensão ontológica. O risco envolve algum evento que coloca aquilo que, para os humanos é importante (inclusive a própria vida humana), numa situação incerta e onde não existem garantias. Nessa perspectiva a existência do risco independe das percepções humanas ou do reconhecimento social, sobre aquilo que está em risco. Admite que o julgamento social sobre aquilo que é importante ou não em relação ao risco é subjetivo. A eleição social do que é importante na compreensão do risco agrega componentes na sua análise, mas também exclui outras componentes considerando-as como de pouca importância.

Para Rosa (2003), o risco agrega resultados benéficos e maléficos, incertezas em vez de certezas ou valores esperados e consequências dos resultados em vez de consequências específicas. Não podemos esquecer que resultados indesejados para alguns, podem ser desejados para outros. O que é indesejado? Para quem é indesejado? Estas são questões importantes na análise dos riscos juntamente com a paisagem e os seus elementos sociais.

Ale (2002) e Aven e Renn (2010) consideram o risco como algo que pode ser valorado pela combinação de probabilidades e consequências. Probabilidades e atribuição de risco não é o mesmo que percepção de risco. A atribuição do risco por probabilidades é feita com base em conhecimento, análise das incertezas, que se fundamentam em dados estatísticos, modelos e teorias. Já a percepção do risco é baseada em crenças e elementos das experiências pessoais que envolvem emoções e subjetividades. Aceitar o risco ou percebê-lo cotidianamente, está muito mais vinculado às questões de juízo de valor pessoal do que propriamente às questões do foro probabilístico e científico.

A consideração do conceito de risco proposto por Aven e Renn (2010), coloca a incerteza e as consequências dos eventos de forma combinada, quando uma atividade se relaciona com algo valorizado pelos seres humanos. A probabilidade que expressa as incertezas, corresponde a valores que preveem a sustentabilidade de um sistema, seja ele ambiental ou social. O risco socioambiental refere-se às incertezas e aos resultados de uma falha do sistema e ao mesmo tempo aos seus níveis de sustentabilidade.

Contra-pondo-se ao conceito de risco proposto por Rosa (2003), Aven e Renn (2010) afirmam que o risco depende do avaliador e apesar de ser incerto, o risco precisa de ser avaliado por alguém. Estes autores discordam que o risco seja apenas ontológico, considerando o risco como uma construção fundamentada no raciocínio, baseada na observação e no conhecimento.

A proposta conceitual de Aven e Renn (2010) e de Aven (2011, 2013) tem ajudado a que os estudos dos riscos e a sua gestão sejam determinantes para o desenvolvimento de políticas mais comprometidas com as vulnerabilidades socioambientais, que considerem a percepção do risco em termos sociais e como ele é imaginando pelos seus atores e agentes. Não se pode relativizar o risco, mas também não se pode cair no erro de considerá-lo objetivamente mensurável.

Na classificação dos riscos devemos contemplar diferentes tipos de situações, grau de complexidade, ambiguidades e incertezas. Os riscos podem ter um baixo nível de complexidade, incerteza e ambiguidade, mas isso não garante que sejam de baixo risco podendo ter significativas consequências negativas. Um risco complexo é aquele em que se verificam dificuldades na identificação e na quantificação dos vários agentes causadores e dos seus efeitos específicos.

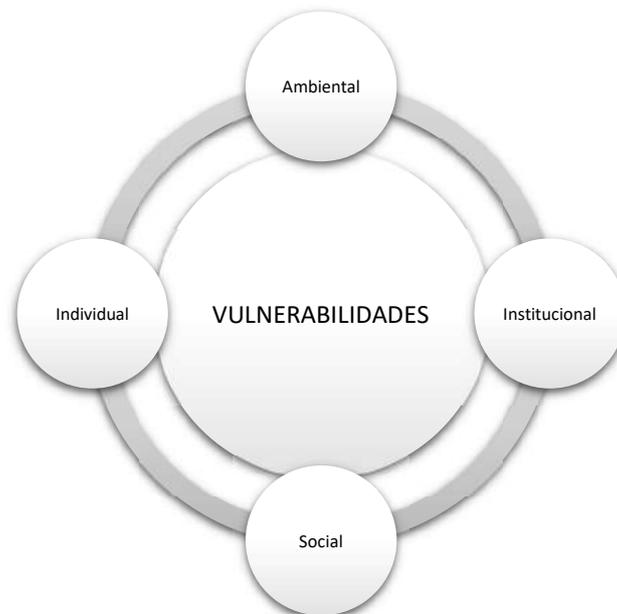
A complexidade de um risco aumenta à medida que ocorre o aumento da integração e do antagonismo entre os agentes, quando há ciclos, quando há grandes períodos entre causa e efeito e quando há variabilidade dos agentes. Em relação à incerteza, relaciona-se com as barreiras encontradas para a previsão dos eventos e dos seus resultados baseando-se em dados que muitas vezes são limitados, incompletos e que podem variar com o tempo. Esse problema pode ser minimizado com a melhoria dos modelos e com a utilização de novas metodologias de recolha de dados. A ambiguidade trata das diferentes interpretações quanto à relevância e implicação do risco, bem como o que deve ser protegido e quais as prioridades que devem ser desenvolvidas em eventos extremos. A ambiguidade é subjetiva e deontológica. À medida que se torna complexo o risco e a sua incerteza é elevada, a ambiguidade também se torna elevada (IRGC, 2006; Aven e Renn, 2010; Lourenço, 2015).

As ameaças e os riscos são inerentes à vida. Existirá sempre algum risco em algum lugar e em algum momento. Portanto, o risco apresenta uma variabilidade conforme o tempo e o espaço. As diferentes dinâmicas construídas e articuladas entre sociedade e espaço atribuem aos níveis de risco diversidade na sua intensidade e frequência (Teles, 2001; Castro, Peixoto e Rio, 2005; Braga, Oliveira e Givisiez, 2006; Almeida, 2010; Olímpio e Zanella, 2017). Se no passado o risco e a vulnerabilidade estavam vinculados às questões religiosas e teocêntricas, atualmente com o avanço das relações capitalistas e com o progresso técnico-científico, passaram a estar associados às ideias antropocêntricas. Estas colocam a possibilidade do entendimento mais complexo das questões socioambientais e ao mesmo tempo um “controlo” mais efetivo da natureza e dos espaços humanizados (Bernstein, 1998; Almeida e Carvalho, 2010; Pritchard, 2014; Le Breton, 2017).

1.3.2 As componentes envolvidas na análise das vulnerabilidades socioambientais

O conceito de vulnerabilidade representa um parâmetro usado para avaliar velhos ou novos problemas e ao mesmo tempo uma forma de direcionar políticas para novas realidades mais humanas e ambientalmente corretas. O conceito relaciona-se com elementos que, correlacionados, contribuem para o entendimento das fragilidades dos espaços e dos grupos sociais neles presentes, considerando componentes que se julgam importantes na representação socio-espacial: indivíduos, sociedade, instituições e ambiente (Bertrand, 1968; Turner *et al.*, 2003; Carreño *et al.*, 2006; Cannon e Müller-Mahn, 2010; Weichselgartner e Kelman, 2014). A Figura 8 representa mais claramente essas correlações e revela como essas componentes são importantes para a construção das vulnerabilidades locais.

Figura 8 – Componentes do conceito de vulnerabilidade



Fonte: Elaboração própria, 2017.

A componente individual é relativa às práticas e ações individuais no espaço. Assim, existem vários elementos que aumentam o nível das vulnerabilidades, tais como os modos de vida irresponsáveis, os comportamentos compulsivos, os excessos de violência, as ações de impactos negativos e poluição no ambiente, o incumprimento das regras e da legislação, a dependência econômica de programas sociais e o desinteresse na obtenção de conhecimento e educação (Calvo e Dercon, 2005; Fur *et al.*, 2007). Nestes casos é preciso avaliar os sentidos sociais desses riscos nas várias dimensões, tanto no modo como os indivíduos enfrentam essas situações, como no modo como constroem as suas identidades no ambiente (Neves, 2006).

A componente social está relacionada com a estrutura e a organização em grupos de indivíduos que agem no espaço e estabelecem, no ambiente social, comportamentos e relações interpessoais. Essa componente da vulnerabilidade diz respeito à estrutura social, aos direitos sociais e às formas desiguais e, às vezes, díspares que os indivíduos têm no acesso a esses direitos. Além da variável pobreza é importante considerar outros níveis de exposição de grupos sociais aos entraves no acesso aos serviços sociais, tais como os serviços de saúde (Ribeiro e Remoaldo, 2009; Ribeiro, 2012, 2014), de educação, de justiça e de segurança (Adorno, 2001).

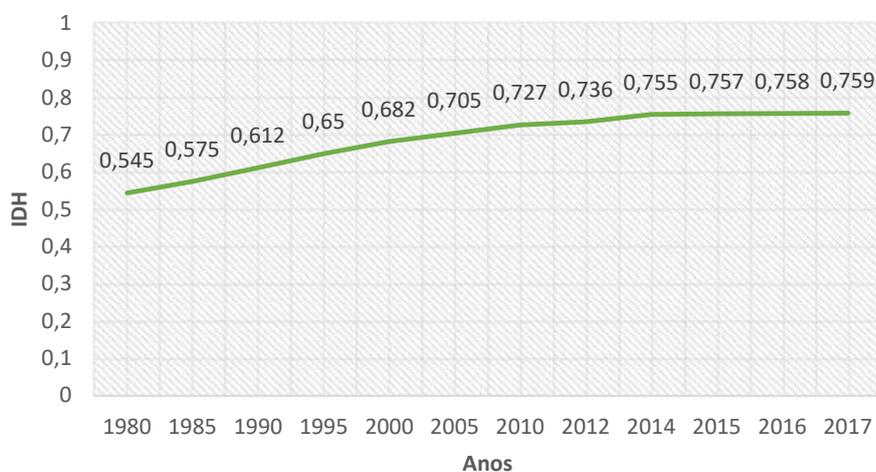
É fundamental considerar a interação entre as diferentes variáveis para compreender as diversas vulnerabilidades sociais. No estudo das vulnerabilidades sociais deve-se ter em consideração a posse ou o controlo dos recursos naturais, além das oportunidades e estruturas advindas do Estado e da sociedade. Um grupo é vulnerável socialmente quando se observa que, no conjunto dessas variáveis, existe insuficiência ou poucos elementos que dão capacidade ao grupo para se manter num nível de igualdade de oportunidades no sistema social, ou evoluir para níveis em que se apresentam melhores condições sociais e de bem-estar para uma mitigação dos impactes sociais aos quais estão submetidos (Cutter, 1996, 2011; Cutter, Boruff e Shirley, 2003; Willis e Fitton, 2016).

Uma das principais medidas para avaliar a qualidade de vida e o desenvolvimento económico de uma população é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Este índice é categorizado pela ONU numa classificação que apresenta quatro níveis: baixo, médio, elevado e muito elevado. O Brasil é classificado com um nível elevado de IDH e nos últimos anos o índice tem evidenciado valores similares (Figura 9). Nos últimos três anos, o Brasil tem ficado na 79ª posição, entre os 189 países avaliados, ficando atrás da Venezuela, que atualmente enfrenta uma crise humanitária, sem precedentes. No Relatório de Desenvolvimento Humano de 2019, quando o requisito desigualdade foi considerado na classificação, o Brasil desceu 17 posições e passou a ter a nona maior desigualdade de rendimentos do mundo, o que comprova as grandes diferenças entre ricos e pobres no país. Várias disparidades também foram constatadas no rendimento e no género. O IDH dos homens foi de 0,761 *versus* 0,755 para as mulheres. Apesar das mulheres terem uma mais elevada esperança de vida e um mais elevado nível de instrução, os seus rendimentos foram 42,7% menores do que os dos homens brasileiros (UNDP, 2019).

Entre 1980 e 2014 ocorreu um crescimento significativo do IDH no Brasil. Desde essa data o crescimento passou a ser menos relevante como resultado da crise económica. Internamente, entre os Estados brasileiros, existem limitações ligadas aos direitos básicos, tais como o acesso à educação de qualidade,

nos níveis exigidos pelo mercado de trabalho, assim como o acesso à saúde e à qualidade de vida da população (IBGE, 2011, 2015; PNUD, 2013; UNDP, 2017).

Figura 9 – Evolução do IDH no Brasil entre 1980 e 2017



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do PNUD, 2017.

No caso brasileiro destaca-se o aumento da exclusão social dos grupos mais vulneráveis. Há uma concentração ainda maior de pobreza nesses grupos sendo afastados da vida social e do sistema económico (Marandola Jr. e Hogan, 2009). É nítida uma ocultação e negação desses grupos sociais, pelas relações estabelecidas a partir do desequilíbrio socioeconómico, por vezes guiado pelo próprio Estado (Souza e Carvalho, 1999; Mattedi, 2001; Abramovay *et al.*, 2002; Marandola Jr. e Hogan, 2009).

No que diz respeito à componente institucional associam-se as ações públicas e a execução ou não de projetos do Estado. Inclui-se nesta componente a capacidade de resposta da administração pública aos indivíduos, na resolução de problemas e execução de projetos para a melhoria da qualidade de vida. Neste aspeto é igualmente importante uma análise sobre as limitações do Estado na resposta igualitária às necessidades sociais para o desenvolvimento de recursos humanos, materiais e simbólicos. Além da omissão da administração pública, também devem ser consideradas as ações do Estado, que contribuem para o agravamento dos riscos de alguns grupos sociais (Barchifontaine, 2006; Aven e Renn, 2010; Malvasi e Adorno, 2014).

Muitas vezes o poder público tem sido responsável por gerar problemas e torna-se inoperante no atendimento de necessidades junto das populações mais débeis economicamente. As práticas de ingerência e ações ilícitas (corrupção) do poder público, a falta de comunicação entre gerentes e administradores e destes com a população, coloca a parcela da população mais desfavorecida como

vítima de governanças desequilibradas. O não cumprimento dos deveres por parte do Estado na disponibilização à população de serviços básicos, motiva muitas vezes o surgimento de processos de privatização que atingem e prejudicam as populações economicamente menos favorecidas. A privatização é, de certo modo, uma transferência de responsabilidade do Estado para os indivíduos, dando a entender que estes são unicamente responsáveis pelo acesso aos serviços (Ball, 2004; Kissler e Heidemann, 2006).

A vulnerabilidade institucional é, muitas vezes fundamentada por resoluções e portarias que tentam legalizar o ilegal. A população, sobretudo aquela que pertence à classe pobre, ignora estas ações por parte do Estado podendo considerar-se como uma vulnerabilidade institucional invisível aos olhos dos mais vulneráveis (Sarewitz, Pielke e Keykhah, 2003; Frodeman, 2004).

Por último, a componente ambiental relaciona-se com o modo como a natureza responde, através da sua capacidade de suporte, às necessidades individuais e sociais. Esta componente tem em consideração a dinâmica natural, assim como o comportamento e as “fragilidades” da natureza. Considera a suscetibilidade ambiental e as pressões de usos e ocupação do solo, bem como os níveis de intervenção humana e social no espaço (Vargas e Ribeiro, 2001; Spinelli *et al.*, 2016). Nesta perspetiva, tem-se um contexto de fragilidade do meio físico face às pressões humanas. A vulnerabilidade ambiental relaciona-se com graus de suscetibilidade de um determinado sistema aos efeitos negativos das mudanças globais (Tagliani, 2003; Metzger *et al.*, 2006).

Para o entendimento das vulnerabilidades ambientais é preciso correlacionar as características fisiográficas e os aspetos biológicos (topografia, clima, recursos hídricos, solo, geologia, vegetação, solos e recursos naturais) com a exposição aos elementos de pressão ambiental (densidade populacional, desordenado uso e ocupação do solo, exploração irracional de recursos naturais, desflorestamento) e com a ocorrência de impactes ambientais (erosão, deslizamentos, alagamentos e poluição) (Carvalho, Souza e Santos, 2003; Li *et al.*, 2006; Cutter, 2011, 2016b).

A vulnerabilidade ambiental deve ser entendida a partir de processos que ocorrem dentro de um sistema, sendo esses processos decorrentes de aspetos internos e externos. Os aspetos internos estão relacionados com o grau de conservação e com o nível de resiliência ambiental. Relativamente aos aspetos externos apontam para o grau de exposição às pressões ambientais presentes e futuras (Tricart, 1977; Ross, 1994; Monteiro, 2000). Se existe uma baixa capacidade de resiliência do meio natural aos impactes resultantes de ações antrópicas ou socio-trópicas, típicas ou atípicas, assume-se que o nível de vulnerabilidade ambiental é elevado. Nestes casos é primordial a intervenção para a mitigação dos

impactes negativos e/ou a adoção de medidas que visem o aumento dos níveis de resiliência ambiental (Santos, 2009; Veiga, 2010; Athayde, Buschbacher e Bernasconi, 2016).

1.3.3 A integração dos conceitos de vulnerabilidade e de risco socioambiental no entendimento das problemáticas locais

O termo vulnerabilidade exprime um resumo de como diversas situações tornam maiores ou menores as suscetibilidades dos indivíduos, de grupos ou de sistemas ambientais a factos ou fenómenos danosos do ponto de vista socioambiental (Acsehrad, 2006; Kuhnen, 2009; Lourenço, 2015; Sorg *et al.*, 2018).

O entendimento das vulnerabilidades de forma categorizada ajuda na perceção de peculiaridades ambientais e conjunturas sociais. Portanto, a vulnerabilidade é algo que mostra as condições e as circunstâncias dos problemas que precisam de ser mitigados ou resolvidos (Hogan e Marandola Jr., 2004; Marandola Jr. e Hogan, 2005; Rossignol, Delvenne e Turcanu, 2015).

O conceito de vulnerabilidade possibilita uma reflexão individual ou social, sobre as *chances* de factos ou fenómenos indesejados ocorrerem. E mais do que analisar probabilidades e percentagens, o conceito resulta de um rol de aspetos individuais, sociais, institucionais e contextuais (ambientais), que reagindo dialeticamente, possibilitam níveis diferentes nos diversos espaços (Villa e Mcleod, 2002; Neves, 2006; Almeida, 2012; Oviedo e Czeresnia, 2015).

Em contrapartida, o estudo das vulnerabilidades não está separado do estudo e análise dos riscos. Através do entendimento das vulnerabilidades é possível a realização de análises mais concretas sobre os riscos, considerando os seus reais significados socioambientais. O estudo dos riscos é igualmente necessário e deve ser compreendido a partir dos contextos sociais que o fazem existir (Aven e Renn, 2010; Almeida, 2011; Hummell, Cutter e Emrich, 2016).

O entendimento de contextos em que se verificam elevados níveis de vulnerabilidade e risco, também deve ser compreendido através da componente institucional. A ausência do poder público (Estado) no atendimento às necessidades da população no que concerne aos serviços básicos (saneamento, recolha de resíduos, postos de saúde, escolas e creches) possibilita uma maior degradação e precariedade das condições sociais, tornando alguns grupos e parcelas da população mais vulneráveis socioambientalmente (Meikle, 2002; Rakodi, Lloyd-Jones e Payne, 2002; Bhowmik, 2010; Real Estate Monitor Worldwide, 2014; Potter *et al.*, 2017). É inquestionável que essa configuração é observada mais intensamente em países pobres e, na maioria dos casos, em áreas periféricas, desfavorecidas e

marginalizadas, tornando estas áreas potencialmente vulneráveis (Guivant, 1998; Mello *et al.*, 2010; Almeida, 2012). Embora seja esta a tendência, não se pode também ocultar a existência de outros níveis e tipologias de vulnerabilidades nas áreas centrais e nobres das grandes cidades (Baltrusis e D'Ottaviano, 2009). À medida que essas análises são desenvolvidas observa-se uma maior complexidade conceitual e operacional das vulnerabilidades socioambientais.

Na nossa sociedade pós-moderna, caracterizada pelo avanço tecnológico e científico, onde a informação é uma ferramenta de domínio e poder (Takahashi, 2000; Crampton e Elden, 2016), verifica-se um caminhar para níveis ainda maiores de insustentabilidade. Essa insustentabilidade planetária além de ser verificada na esfera social, apresenta-se também na esfera econômica e ambiental.

A esfera tecnológica e do conhecimento, proposta por Morin (2005, 2010), como a tecno-esfera, pode ser uma das vertentes que deve ser usada na melhor compreensão das limitações socioambientais para a procura de uma compreensão da sustentabilidade que possa ultrapassar os limites dos conceitos meramente econômicos.

Para se alcançar a sustentabilidade é preciso alterar os comportamentos individuais e sociais. Essas mudanças acontecem a partir do autoconhecimento e do entendimento de como ocorrem as relações socioambientais. Na procura pela sustentabilidade é preciso incluir o conhecimento, o ensino, a aprendizagem, o desenvolvimento de novas técnicas e o “controle” social sobre o ambiental. Porém, ao mesmo tempo, coloca a todos a dúvida, da incerteza, da insustentabilidade e da crise socioambiental pela qual passa o planeta (Barr, 2008; Gadotti, 2016).

É difícil não correlacionar o cotidiano dos lugares com as questões ligadas ao medo, à impotência e ao risco de que algo perturbará o aparente equilíbrio. Deste modo é prudente admitir que existe uma relação dialética entre equilíbrio x desequilíbrio; bonança x crise; sustentável x insustentável; resguardado x vulnerável; segurança x risco. A condição de vulnerabilidade está imbricada na realidade humana como resultado do constante sentimento de insegurança e de exposição a perigos naturais e sociais (Almeida, 2012; Falbo e Keller, 2015).

O uso do termo vulnerável é recorrentemente usado para demonstrar uma condição de instabilidade e ou exposição a algum tipo de risco. Isso faz com que a terminologia vulnerável apresente uma ideia com tendência para aspectos gerais e, neste ponto, é importante que as vulnerabilidades sejam adjetivadas e caracterizadas a partir dos seus tipos.

Outro aspeto a ser também considerado é que no estudo das vulnerabilidades o que é destacado é a condição vulnerável dos sujeitos e não os processos que tornaram possível a vulnerabilidade. Henri Acselrad (2006) propõe que para o estudo das vulnerabilidades devemos considerar também os motivos e as causas da condição de vulnerável. Segundo ele a proteção social desigual do Estado enquanto condutor ou emissor de políticas públicas é uma condição para que as vulnerabilidades se pronunciem. Admitindo que as vulnerabilidades são fruto de relações históricas estabelecidas socialmente (Mendes *et al.*, 2011; Dooling e Simon, 2012; Bankoff, 2013), é importante que também se considere o lugar nas diferentes análises. O lugar é o espaço onde são processadas as relações sociais entre os indivíduos (Lefebvre, 1972; Lobato, 1995; Martins, 2002; Tonucci Filho, 2013). Em cada lugar há, portanto, identidades e elementos autóctones, que contribuem para a ocorrência de diferentes níveis e tipologias de vulnerabilidades. Para que as vulnerabilidades sejam eliminadas, é importante que os contextos sociais em desequilíbrio possam ser ultrapassados (Mendes e Tavares, 2011; Lee, 2014; Penna e Ferreira, 2014; Nethery *et al.*, 2018).

A vulnerabilidade é uma condição externa ao indivíduo, ao elemento e ou ao objeto. Estar numa situação de vulnerabilidade significa um estado passageiro ou constante. Em caso de constante vulnerabilidade, afirma-se que a situação é de risco (Depietri, 2015; Krüger *et al.*, 2015). Há, assim, uma predisposição do elemento vulnerável para o risco. Só é possível o risco quando uma situação de vulnerabilidade já existe. Nesse caso pode-se afirmar que vulnerabilidade e risco são dois conceitos interdependentes e correlacionados (Kaplan *et al.*, 1981; Beck, 1998; UNISDR, 2009; Cunha, 2013; Birkmann e Welle, 2015).

Ainda é bastante difícil um modelo teórico metodológico abarcar as vertentes socioeconómicas e ambientais num estudo da vulnerabilidade, sobretudo num contexto científico em que ainda estão a ser consolidados debates sobre vulnerabilidades socioambientais.

Espera-se, como parte dos resultados desta investigação, o aprofundamento das discussões, no seio da comunidade científica, considerando de maneira holística os elementos socioambientais e concedendo-lhes pesos diferentes na análise da vulnerabilidade. Mesmo que tais resultados sejam alcançados, ainda assim, será algo específico para a área investigada, adequado às suas peculiaridades, uma vez que os lugares e as paisagens têm em si a prerrogativa da sua individualidade (Cosgrove, 1985; Dytham e Forman, 1996; Rumley e Minghi, 2014).

A visão interdisciplinar e holística consegue uma maior aproximação da realidade e traduz mais fielmente as *nuanças* e as características dos problemas que são investigados e permite uma melhor resposta na adaptação a outros espaços globais que também são passíveis de análise (Mileti e Peek, 2000, 2001; Peek e Mileti, 2002; Frodeman, Klein e Mitcham, 2010; Graff, 2015).

Na procura pela sustentabilidade dos espaços e do equilíbrio entre sociedade e natureza, devem ser priorizados o desenvolvimento de modelos capazes de mensurar vulnerabilidades, prognosticar riscos e propor intervenções sobre os impactes negativos. Tais modelos devem ser capazes de avaliar pontos críticos de uma sociedade num certo espaço-tempo, enfatizando os aspetos naturais (Teoria dos *Hazards*) e sociais (Teoria dos Desastres) (Julião *et al.*, 2009; Gregorio *et al.*, 2013; Bolin e Kurtz, 2018).

A ONU, no Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (UNDP) utiliza a palavra inglesa *hazard* no sentido de perigo ou ameaça. *Hazard* e *risk* não apresentam, muitas vezes, uma distinção clara e são muitas vezes confundidos. A maior parte dos investigadores usa a palavra *hazard* para caracterizar factos a partir de um fenómeno natural (suscetibilidade), enquanto que a palavra *risk* relaciona-se com a *chance* de perda possível num certo período (vulnerabilidade) (UNDP, 2004; Kobiyama *et al.*, 2006; UNISDR, 2009; Welle e Birkmann, 2015).

Observa-se frequentemente igual confusão na identificação das origens da vulnerabilidade e do risco. Normalmente, pela herança positivista que a ciência até hoje carrega, alguns investigadores relacionam as ações humanas apenas à vulnerabilidade ou risco não naturais. Quando se considera a vulnerabilidade e o risco ambiental, a responsabilidade recai sobre a própria natureza e sobre a sua fragilidade. Existe, deste modo, um eximir de responsabilidades sociais e humanas diante do contexto de impactes naturais causados pelas ações antrópicas. Tal pressupõe que o ser humano, enquanto ser social, não tem um sentimento de pertença à esfera biológica (biosfera/bio-esfera), negando a sua responsabilidade sobre danos causados por ele ao geossistema e ao planeta (Veyret, 2007; Bergstrand *et al.*, 2015; Dilling *et al.*, 2015).

Recordamos, no Quadro 3, alguns exemplos de desastres aparentemente naturais, mas que estão correlacionados com às ações antrópicas de uso indiscriminado do ambiente. As vulnerabilidades naturais podem ser potenciadas e agravadas com a participação humana e social (Cutter, 2011; Kabisch *et al.*, 2012; Guillard-Gonçalves *et al.*, 2015). Os níveis de desenvolvimento técnico-industrial das sociedades modernas e a procura pelo exagero do consumo comprova a participação dos paradigmas socioeconómicos como componentes dinamizadores desses riscos (Santos, 2006; Harper e Snowden, 2017; Hasan, 2018).

Quadro 3 – Riscos naturais e os seus agravantes antrópicos

Tipos de Riscos Naturais		Participação Humana
Biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Epidemias • Pragas por insetos • Ataques de animais 	<ul style="list-style-type: none"> • Má gestão de resíduos sólidos • Ausência de sistemas de esgotos sanitários • Poluição de águas e solos • Desmatamento e diminuição de <i>habitats</i> de espécies selvagens
Geofísicos	<ul style="list-style-type: none"> • Terramotos • Vulcões • Movimentos de massa (sem água) • Deslizamentos de terras 	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupação desordenada de encostas íngremes • Aumento de défice habitacional • Ausência de políticas habitacionais para classes desfavorecidas
Climatológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Secas • Temperaturas extremas • Incêndios 	<ul style="list-style-type: none"> • Desflorestamento • Emissão de gases com efeito de estufa • Mau uso do fogo para atividades agrícolas e/ou pastoris.
Hidrológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Inundações bruscas • Assoreamento de rios • Movimentos de massa (com água) 	<ul style="list-style-type: none"> • Impermeabilização do solo (concreto, asfalto) • Aumento de áreas urbanas com défice em urbanização • Retirada da mata ciliar • Desmatamento em reservas florestais • Aumento de atividades de mineração
Meteorológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Tempestades • Chuvas ácidas • Erosão/Voçoroca 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissão de gases nocivos • Aumento das atividades industriais • Elevação do consumo e dos recursos naturais • Retirada de cobertura vegetal • Falta de planeamento urbano • Más práticas de uso do solo para a agricultura

Fonte: Adaptado de Kobiyama *et al.* (2006); Almeida e Carvalho (2010).

O que aparentemente é assumido como responsabilidade da natureza que destrói na sua essência, nada mais é do que processos construídos com ações sociais e usos inadequados do espaço natural. As formas erradas de gestão, a má utilização dos recursos naturais e o descontrolo socioeconómico legalizado pelas instituições públicas e pelo Estado, fazem com que esses processos e fenómenos se tornem mais frequentes e potencialmente destrutivos (Bryant e Bailey, 1997; Chatterjee e Finger, 2014; MacGregor, Doyle e McEachern, 2015).

A ocorrência de um evento ou fenómeno que envolve a vulnerabilidade socioambiental, passa por alguns estágios que são importantes destacar no estudo da gestão de riscos. Pode-se segmentar essas etapas em basicamente cinco momentos que são importantes para a redução das perdas: exposição ao risco,

prevenção, reação, recuperação e mitigação (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2009; Tominaga, Santoro e Amaral, 2009; Hillson e Murray-Webster, 2017; Hopkin, 2018).

São os seguintes os cinco momentos:

- a) Exposição ao risco - refere-se aos níveis de vulnerabilidade socioambiental em que se encontra determinado indivíduo, grupo e/ou infraestruturas;
- b) Prevenção (ou preparação) do risco - são todas as ações de precaução e medidas que permitam uma resposta rápida e eficaz; envolve o desenvolvimento de uma resposta rápida e ao mesmo tempo gerir com antecedência as implicações de um desastre, estruturando metas e a promoção de respostas urgentes e efetivas; neste estágio a análise e a identificação das vulnerabilidades e dos riscos é imprescindível; na prevenção é importante o desenvolvimento de instrumentos e modelos que envolvam a Detecção Remota (DR), o mapeamento temático com o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e o conhecimento da realidade local; também é útil a existência de um plano de ação para deteção e aviso, evacuação e manutenção da comunicação, assim como a mobilidade e o apoio externo às áreas afetadas; é ainda importante o treino, sobretudo dos líderes comunitários e dos agentes públicos;
- c) Reação (ou resposta) ao risco ou ainda a incapacidade de reação ao risco - refere-se à ação tomada antes, durante e a seguir a um desastre; o objetivo na resposta a um desastre é salvar vidas, minimizar danos materiais e colaborar com o processo de recuperação;
- d) Recuperação ou a dificuldade de adaptação diante da materialização do risco - envolve atividades de curto ou longo prazo com vista à restauração de sistemas que são essenciais à dinâmica social ou ambiental, bem como a procura de condições anteriores ao desastre como tentativa de retorno à antiga dinâmica; o processo de recuperação depende também do efetivo esforço comunitário e governamental;
- e) Mitigação - refere-se às ações que visam reduzir a vulnerabilidade de danos futuros numa área; são medidas que objetivam tornar mais brandos os efeitos destrutivos e negativos dos possíveis desastres.

Outra vertente teórico-metodológica que se tem consolidado no estudo das vulnerabilidades e riscos é a Psicologia Ambiental. Os seus estudos iniciaram-se a partir dos aspetos psico-ambientais dos sujeitos, na perceção do risco e na presença de eventos vulneráveis. Considera-se o entendimento comportamental dos sujeitos na compreensão dos lugares vulneráveis e as suas atitudes face aos riscos (Valera e Pol, 1994; Pinheiro, 1997; Puy e Cortés, 2002; Corral-Verdugo, 2005; Ornstein, 2005; Lopes *et al.*, 2010; Linden, 2015; Soares *et al.*, 2017; Sullivan-Wiley e Short Gianotti, 2017).

Essa vertente sustenta-se na hipótese de que o fenómeno socioambiental proveniente de desequilíbrios e vulnerabilidades concede aos sujeitos a oportunidade de compreender com mais profundidade o seu contexto socioambiental e as suas relações interespaciais e pessoais, aproximando a sociedade e o ambiente (Aron, Aron e Smollan, 1992). Para esta linha teórico-metodológica a dinâmica ambiental deve ser considerada em todos os estágios do entendimento da vulnerabilidade e da gestão do risco. São consideradas os significados pessoais sobre o espaço e o ambiente, as relações de convivência com o lugar e a ligação ao território, as condições pessoais e as condicionantes sociais que justificam a instalação e/ou reinstalação em áreas de risco e até as relações de controlo territorial e de poder que muitas vezes estão presentes, mesmo nesses espaços de vulnerabilidades (Kuhnen, 2009; Mendes, Tavares e Basto, 2011; Böhm e Tanner, 2013; Vasvári, 2015; Soares *et al.*, 2017).

Essas metodologias auxiliam para o entendimento e o estudo da interação entre população e ambiente vulnerável. Identificam melhor os elementos que possibilitam uma explicação da dinâmica na crise e a previsão de fatores que servirão para aumentar a capacidade de resposta a possíveis novas crises (Vanssay e Colbeaus-Justin, 2003; Kuhnen, 2009; Alves *et al.*, 2015).

Na gestão dos riscos a perceção ambiental e a representação dos riscos pelos cidadãos e autoridades, é outro elemento igualmente importante. Além de ser uma fonte de informação pode também constituir uma importante ferramenta de planeamento, possibilitando a efetivação de ações emergentes e até de políticas públicas que venham a estabelecer ações mais eficazes (Slovic, 1987; Renn, 1998, 2012; Leiserowitz, 2006; Haimes, 2008).

O Quadro 4 revela que os estudos de vulnerabilidade e de risco apresentam um olhar uni-focal priorizando uma análise dos impactes sociais sobre o ambiente ou dos impactes do ambiente sobre a sociedade. Contudo é fundamental destacar a necessidade de uma análise com um olhar multi-focal, considerando que existe uma relação dialética entre natureza e sociedade e que há um jogo de forças entre as dinâmicas sociais e as dinâmicas ambientais (Zimmerer, 2010; Troppmair e Galina, 2007). Este Quadro patenteia os estudos sobre vulnerabilidade e risco que se tornam assuntos de interesse investigativo sobretudo a partir da década de 1970, embora antes desse período já se observavam discursos sobre essa temática nos Estados Unidos da América, através das investigações realizadas por Burton e Kates (1964). Destacam-se também investigadores de nacionalidade inglesa, brasileira, chinesa, espanhola e francesa.

A grande parte dos estudos centra-se nas abordagens metodológicas mistas (qualitativas e quantitativas) e usa uma tipologia específica de risco ou vulnerabilidade, sendo a maior parte dos estudos ligada às vulnerabilidades naturais, ambientais e geosistémicas, com pouco ênfase nas dinâmicas sociais.

Apesar desta hegemonia é importante considerar que os estudos de Cutter (2008), concretizados nos Estados Unidos da América, são importantes, porque consideram os aspetos sociais na caracterização dos grupos vulneráveis e na identificação dos espaços de risco. Apesar do destaque que esta autora dá às variáveis socioeconómicas, que foram importantes elementos na construção de modelos e índices de vulnerabilidade, Cutter (2008) não concedeu grande ênfase às variáveis naturais ou ambientais. Na nossa perspetiva deveriam ter sido incluídas, uma vez que são elementos e agentes importantes para o aumento ou diminuição dos níveis de vulnerabilidades nos espaços urbanos ou rurais.

As discussões em torno do entendimento dos conceitos de vulnerabilidade e de risco evoluíram ao longo do tempo. Se para Burton e Kates (1964) a abordagem da vulnerabilidade e do risco estava centrada exclusivamente na natureza, para Hewitt (1983) e Cannon (1994) as componentes social e cultural influenciavam positivamente ou negativamente no aumento da vulnerabilidade e risco e a própria sociedade era promotora do risco.

Nos últimos anos, as discussões têm sido mais consensuais na compreensão dos níveis de vulnerabilidade e risco dos espaços, sendo consideradas variáveis tanto naturais quanto sociais. Essa perspetiva tem sido considerada nas investigações de Li, Wang, Liang e Zhou (2006); (Metzger *et al.*, 2006); Depietri (2015); e Mavromatidi, Briche e Claeys (2018).

No Brasil, ainda são bastante incipientes os estudos de vulnerabilidade e risco socioambiental que dão importância às componentes sociais. Na década de 2000, Tagliani (2002) e Carvalho, Souza e Santos (2003) não deram destaque nos estudos que realizaram às variáveis sociais e realizaram investigações com uma essência mais ecossistémica e viés natural.

Na Amazônia, considerando a ainda reduzida quantidade de pesquisas nas diversas áreas científicas e o baixo número de investigadores residentes nesse território, são ainda mais escassas as investigações sobre vulnerabilidade que consideram a correlação entre elementos sociais e ambientais na construção das paisagens de risco.

Quadro 4 – Periodização e espacialização das principais abordagens teórico-metodológicas em estudos de vulnerabilidades e riscos

Local e Ano de Publicação	Autores	Abordagem	Método / Técnicas	Tipos de Vulnerabilidades e Riscos	Resultados
Estados Unidos da América, 1964	Burton e Kates	Abordagem de vulnerabilidade e riscos centrada na natureza. A origem do risco é externa à sociedade, baseada num processo dicotómico, pois o risco quando atinge um grupo social ou um território, a sociedade deve se defender implementando meios de proteção.	Abordagem mista com revisão de 12 artigos e relatórios em riscos e gestão de riscos. A análise abordou aspetos teórico-metodológicos sem estudos de caso.	Natural Biológica Geossistémica	Nos países desenvolvidos as perdas humanas diminuíram com as políticas de gestão de risco, ao passo que as perdas materiais aumentaram. Uma das causas para tal situação é a deficiência no direcionamento de recursos financeiros com vistas à recuperação de áreas afetadas.
Inglaterra, 1983	Hewitt	O risco não é concebido apenas como resultante de uma rutura da sociedade por um agente natural. A sociedade promove o risco.	Abordagem qualitativa com análise de cinco estudos de caso em espaços rurais, onde os riscos climáticos afetam a agricultura.	Climáticos	A crescente vulnerabilidade natural é consequência direta do impacte global da tecnologia urbano-industrial. As consequências sociais têm maior importância do que as causas naturais para a ocorrência das vulnerabilidades.
Inglaterra, 1994	Cannon	A vulnerabilidade é um elemento determinante do risco. A vulnerabilidade face aos desastres naturais não deve ser reportada unicamente em relação ao perigo, mas considerando questões culturais, religiosas e psicológicas.	Abordagem qualitativa com análise subjetiva das perceções do risco em espaços rurais ou urbanos.	Naturais	Quando na análise das vulnerabilidades não são consideradas as relações políticas e económicas, corre-se o risco do conceito de vulnerabilidade perder significado. Existem casos em que os desastres não têm relação com a ausência do poder público, em gerir espaços de risco, ou por influência de relações de poder que limitam financeiramente melhores condições de moradia. Há casos em que a baixa perceção individual do risco, explica as escolhas individuais por espaços de risco.

Brasil, 2002	Tagliani	Vulnerabilidade ambiental relaciona-se com graus de suscetibilidade de um determinado sistema a efeitos maléficis que provem de mudanças globais.	Abordagem mista considerando a fragilidade estrutural intrínseca; a sensibilidade e o grau de maturidade dos ecossistemas, agregando 3 critérios em combinação linear ponderada e padronizando fatores numa escala contínua através da lógica <i>fuzzy</i> , possibilitando a concepção de mapas de vulnerabilidades.	Ambiental	A elaboração de um mapa de vulnerabilidade ambiental é possível com o uso de bases de dados georreferenciadas e de <i>software</i> SIG que torna a operacionalização flexível e admite a alimentação constante de novos dados na base de dados. Possibilita a criação automatizada de mapas interativos que podem ser utilizados na gestão de áreas vulneráveis.
Brasil, 2003	Carvalho, Souza e Santos	Correlação entre características biológicas e fisiográficas, exposição a elementos de pressão ambiental e ocorrência de impactes.	Abordagem mista com utilização da DR e dos SIG para o estudo da paisagem como elemento que apresenta dinâmicas que qualificam unidades ambientais em níveis diferentes de vulnerabilidade à erosão.	Ambiental (Erosão)	As áreas avaliadas foram consideradas estáveis em termos de erosão e obtiveram classificações nos seguintes níveis de vulnerabilidade à erosão: vulnerável ao processo de erosão natural (53,2% da área de estudo), moderadamente vulnerável (42,2%), vulnerável (2,2%) e moderadamente estável (0,3%).
China, 2006	Li, Wang, Liang e Zhou	Correlação entre características biológicas e fisiográficas, exposição a elementos de pressão ambiental e ocorrência de impactes.	Abordagem mista com utilização de SR e SIG para o desenvolvimento de modelo numérico ambiental baseado no método de análise de componentes de princípio espacial que considera elevação, declive, temperatura acumulada, índice de seca, uso da terra, vegetação, solo, erosão e densidade populacional.	Ambiental	A vulnerabilidade é impulsionada pelas atividades socioeconómicas.
Escócia, 2006	Metzger, Rounsen	A vulnerabilidade ambiental relaciona-se com graus de suscetibilidade de	Abordagem mista com avaliação das vulnerabilidades a partir da	Ecossistémica	Existem diferenças nos impactes potenciais e na capacidade adaptativa

	vell, Acosta-Michlik, Leemans e Shoter	um determinado sistema aos efeitos maléficos que provêm de mudanças globais e locais no uso da terra.	integração entre o estado dos ecossistemas e os seus impactes potenciais com diversos tipos de usos da terra.		da sociedade às mudanças globais. O crescimento económico aumenta a capacidade adaptativa, mas também aumenta os impactes potenciais.
Estados Unidos da América, 2008	Cutter	Abordagem focada na interação das vulnerabilidades sociais e na exposição aos riscos como elementos de génese das paisagens de riscos (<i>hazardscapes</i>).	Abordagem mista que considera 11 componentes que influenciam na vulnerabilidade social e a partir deles constrói-se um índice de vulnerabilidade social que é um algoritmo que dá possibilidade de comparar e classificar áreas vulneráveis, sobretudo em espaços urbanos.	Social	O índice de vulnerabilidade social revela que na gestão do risco não se deve ignorar a realidade das desigualdades sociais nem os custos sociais dos riscos.
Holanda, 2010	De Lange, Sala, Vighi e Faber	Foi considerada a vulnerabilidade ecológica e os riscos de toxicidade ambiental através da exposição a químicos. A abordagem do risco é caracterizada apenas com base na razão entre um indicador de efeito e um indicador de exposição.	Abordagem qualitativa que descreve diferentes métodos de análise de vulnerabilidade desenvolvidos para comunidades e ecossistemas de espaços rurais.	Ecológica	A maioria dos métodos utilizados corresponde a avaliações qualitativas. É preciso melhorar as metodologias para avaliação da vulnerabilidade no nível do ecossistema considerando a necessidade de resultados quantitativos de vulnerabilidade.
Espanha, 2015	Depietri	O risco é diretamente proporcional a perda das funções reguladoras e promotoras de bem-estar dos sistemas ecológicos urbanos. Considera importante no estudo das vulnerabilidades urbanas as dimensões sociais, económicas e físicas.	Abordagem mista que analisa o papel da cobertura vegetal em duas cidades europeias (Barcelona e Colónia) e a sua função reguladora das temperaturas urbanas contribuindo para a redução de ameaças naturais.	Naturais	Os ecossistemas possuem diferentes níveis de funções e prestam complementarmente serviços do foro ambiental aos residentes nas duas cidades.
França, 2018	Mavromatidi, Briche e Claeys	A vulnerabilidade de um ambiente é afetada pelas relações de poder social, político e económico	Abordagem quantitativa em espaço urbano, que analisa a vulnerabilidade e o risco de erosão a partir da sobreposição do Índice	Socioambiental	A relação entre vulnerabilidade social e desigualdades sociais não é sistemática.

	estabelecidas num determinado espaço. Os desastres são encarados como o resultado das ações humanas.	de Sensibilidade Costeira (geomorfologia, declive costeiro, elevação do nível do mar, mudanças na linha da costa, amplitude média das marés e altura das ondas) e do Índice de Vulnerabilidade Social (população < 14 anos , população acima de 75 anos, mulheres, famílias monoparentais , famílias com mais de dois filhos, inquilinos, densidade média (habitantes/km ²), população desempregada, população com baixo nível de instrução e estrangeiros).		As desigualdades sociais conduzem à vulnerabilidade social, mas nem sempre a vulnerabilidade social pode induzir níveis de desigualdade social.
--	---	--	--	---

Fonte: Elaboração própria tendo por base uma pesquisa bibliográfica internacional realizada em 2019.

A essência teórico-metodológica desta investigação procura uma semelhança com os estudos de Cutter (2011, 2017) desenvolvidos nos Estados Unidos da América e de Almeida (2012, 2016, 2017) executados sobretudo nas regiões sudeste e nordeste do Brasil. Consideramos a necessidade de adaptações ao espaço amazônico e as realidades sociais específicas vivenciadas no ambiente de floresta.

Acreditamos que não é rigoroso, tampouco consciente, admitir uma predisposição da essência da natureza em ser destrutiva e catastrófica. Há, contudo, uma relação recíproca entre aspetos físicos e humanos, onde os impactes devem ser avaliados sobre as tipologias e a diversidade dos agentes humanos e físicos envolvidos nas situações e em episódios extremos (Hannigan, 2014; Harper e Snowden, 2017). As certezas individuais sobre o estado do ambiente, condicionam a percepção dos riscos ambientais, uma vez que a ciência ainda não alcançou um grau de influência satisfatória sobre as percepções sociais que normalmente são construídas sem fundamentação científica (Böhm e Tanner, 2013; Linden, 2015).

Importa ter em consideração que uma parcela da população ainda não sabe avaliar as dimensões dos riscos nem considerar as variáveis que influenciam na ocorrência de catástrofes. Admitindo que as catástrofes não são naturais, mesmo com origem física, é possível a construção de uma simbologia dos fenómenos como sendo não acidentais e, portanto, previsíveis e relativamente controláveis. Nestes termos é preciso que a ciência evolua nos seus aspetos teóricos e metodológicos no sentido de possibilitar uma melhor compreensão e percepção desses eventos extremos.

O risco é um facto ou fenómeno futuro não desejado, temido e que estima perdas materiais ou humanas. Quando o risco é sentido ou percebido, torna-se um perigo. Um perigo efetivado torna-se um desastre, finalizando o ciclo ou fase do perigo. Desastre é o efeito do fracasso na análise e gestão do risco (Brüseke, 2001, 2014; Puy e Cortés, 2002; Schaltegger e Burritt, 2000; Sullivan-Wiley e Short Gianotti, 2017).

Observamos pouca objetividade e consenso na definição de risco. Existem vários significados e distintas visões que muitas vezes se baseiam em aspetos contextuais. Além disso, também ocorre um dualismo entre objetividade e subjetividade, aceitação e tolerância do risco, que favorece várias concepções e sentidos para o risco. Esta configuração conceitual ocorre porque o risco é uma construção social, subjetiva e multidimensional, não sendo apenas um simples estímulo físico nem objetivo. Estão ligados ao risco atitudes, valores, ideologias e sentimentos que influenciam a forma de entendê-lo, assim como a provável fonte de risco. Tanto o conteúdo quanto o processo de percepção do risco são de natureza social, já que se trata de juízos, atribuições, memórias, sentimentos e motivações sobre o risco e as

várias fontes causadoras dele, sejam do tipo social e/ou ambiental (Hogan e Marandola Jr., 2004; Almeida, 2011; Bash, 2015).

Para alguns autores o risco apresenta uma natureza real. Outros consideram-no como sendo construído socialmente. Aven e Renn (2010), consideram que a probabilidade e dimensões do risco refletem muitas vezes posições de grupos sociais, onde é hegemônico o posicionamento elitista de profissionais ou cientistas que reivindicam a gravidade de um dado risco ou menosprezam elementos que contribuem para o risco e as implicações e dimensões do risco para minorias.

Nos mais variados grupos e sociedades a diversidade cultural colabora para a ocorrência de representações mentais também divergentes sobre o risco. A construção mental do que se considera como risco tende a desprezar a probabilidade e a grandeza das consequências. Neste aspeto o risco está relacionado com a forma como as pessoas apreendem a realidade e como essa realidade é experimentada por elas sendo medida pela sensação de degradação ambiental ou impactes negativos nos espaços ocupados socialmente e pela perda de vidas ou bens materiais (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2003).

Nesse aspeto, quando o risco ocupa uma posição na construção mental individual e posteriormente coletiva, ou na forma inversa (coletiva–individual), há implicações interessantes sob o modo como ele é percebido e gerido no âmbito social e das instituições públicas. Os riscos são construídos e classificados por atores humanos e sociais. As sociedades são seletivas na forma de escolher os riscos que são importantes para elas e aqueles que podem ser considerados “aceitáveis” (Beck, 1998; Falbo e Keller, 2015). A distinção do que é ou não importante baseia-se nos valores culturais, na disponibilidade de recursos institucionais e financeiros por parte dos governos e na lógica científica a partir de modelos, prognósticos e previsões (Aven e Renn, 2010).

A percepção do risco relaciona-se com a forma como é percebida a qualidade ambiental pelos indivíduos ou grupo social. São os fatores de risco que influenciam os indivíduos a perceberem a existência do risco e a construir a ideia das suas vulnerabilidades diante da natureza (Mendes, Tavares e Basto, 2011; Olivato e Lombardo, 2013; Alves *et al.*, 2015). Essa consciencialização determina os níveis de cuidado e de cautela que a sociedade deverá ter relativamente ao risco. O risco não é em si um desastre, mas é um fator que pode possibilitar a existência de um desastre (Demajorovic, 2000; Marandola Jr. e Hogan, 2005; Falbo e Keller, 2015).

Podemos referir as áreas junto aos rios na Amazônia, onde há usos residenciais. Esses espaços são muitas vezes áreas de risco, considerando que há momentos e possibilidades de cheias e fenômenos de erosão, podendo haver perdas materiais e humanas. Contudo, se estes espaços possuísem outros usos, tais como o uso para a agricultura, a indústria ou o turismo, o grau de risco seria diferente.

Para além do fator de uso e ocupação, há também os fatores temporal e social. Os níveis de risco hidrológico não são os mesmos nas épocas da chuva ou de estiagem. A pluviosidade é determinante para a ocorrência de fenômenos de erosão ou para o desencadear, ou não, dos movimentos de vertentes. Para alguns autores o risco pode ser maior ou menor de acordo com o tipo de ocupação territorial ou com o tempo cronológico e a sua tipologia meteorológica e climática (Bash, 2015; Guillard-Gonçalves *et al.*, 2015; Welle e Birkmann, 2015). O fator social é igualmente determinante para o nível de risco, considerando que o número de perdas humanas e materiais são maiores em regiões de concentração de população com menor condição económica ou excluída (Cutter, Ash e Emrich, 2014; Guillard-Gonçalves *et al.*, 2015; Cutter, 2016b, 2017).

O aumento dos riscos decorrentes dos fenômenos naturais ou de motivação antrópica apresenta diversas origens. Outros fatores indiretos que podem contribuir para esse aumento são o uso irracional dos recursos naturais e a consequente degradação ambiental, a falta de acesso à educação e a baixa escolarização, a fragilidade das políticas públicas, a burocracia, a deficiente planificação urbana e a falta da cultura de prevenção.

A vulnerabilidade do sistema social, tal como as limitações geoambientais, contribuem para o agravamento dos efeitos dos desastres naturais (Alcántara-Ayala, 2002; Vanacker *et al.*, 2003; Bash, 2015). Geralmente os países que não têm uma adequada rede de infraestruturas sofrem mais as consequências dos desastres do que os países desenvolvidos, especialmente em número de vítimas (UNDP, 2004; UNISDR, 2016a). Assim, reduzir a vulnerabilidade da população e dos territórios depende das soluções adotadas pelo poder público para melhorar os níveis de desenvolvimento social e do planeamento e ordenamento do território.

No Brasil, não pode ser negligenciado que a ocupação e o crescimento populacional em áreas de risco aumentam a cada ano. É necessário aceitar que as situações decorrentes de inundações, seca, fome, ou outras situações mais complexas, não caracterizadas como desastres naturais, são tão críticas quanto as de cunho catastrófico. Essas situações são de facto verdadeiras crises que exigem uma emergência humanitária de igual peso. A gestão adequada e os modelos de representação dos riscos podem conduzir a um planeamento mais participado e, por isso eficiente, integrando os principais agentes sociais e

institucionais (governo, prefeituras, associações comunitárias e humanitárias e população) em todas as etapas do processo: na prevenção, na monitorização, na mitigação e na reabilitação. Neste processo, a informação é determinante para a avaliação do risco e, conseqüentemente para a tomada de decisões (Bandeira, Nunes e Lima, 2013; Calogero *et al.*, 2017; Maynard *et al.*, 2018).

No que diz respeito ao processo de tomada de decisões, temos basicamente cinco etapas: 1) avaliação da vulnerabilidade do risco; 2) exame dos ajustamentos possíveis; 3) determinação da percepção humana e opinião sobre o risco; 4) análise do processo de tomada de decisão e; 5) identificação do melhor ajustamento, considerando limitações sociais vigentes e eventuais efeitos (Mileti e Peek, 2001; Peek e Mileti, 2002; Boteler, 2007).

Em cada etapa é necessário reavaliar relações de reciprocidade existentes entre sociedade (pessoas) e natureza (espaço), considerando que as situações de desajuste podem ter causa no conflito entre dinâmicas naturais e sociais. Com este paradigma é possível uma gestão com estratégias que possam prever e reduzir perdas socioeconômicas e ambientais.

Os desastres colocam inevitavelmente em destaque a fragilidade social e muito ainda deve ser feito no sentido de mitigar e/ou resolver problemas e dar solução a questões que envolvam vulnerabilidade e risco, tentando alcançar níveis em que as comunidades possam viver de forma mais segura. É certo que os fenômenos ambientais extremos promovem catástrofes, mas é preciso um olhar para além do contexto ambiental. É necessário um olhar sobre a relação sociedade–ambiente, dando amplitude ao contexto ambiental e colocando em destaque as ações e intervenções humanas e sociais sobre o ambiente.

Se é possível uma redução das vulnerabilidades e dos riscos, ela só será eficaz caso haja a assimilação e a apropriação da situação pelos indivíduos e pela comunidade envolvida. Essa apropriação refere-se ao entendimento dos riscos e fenômenos e a forma como se dá a relação da comunidade com o lugar. Medidas que visem a prevenção dos riscos devem ter em conta essa característica e os níveis de apropriação que os indivíduos têm relativamente ao espaço e ao ambiente vivido (lugar), bem como a aceitação do risco e a possibilidade do desastre.

É importante estabelecer um equilíbrio entre a ótica realista e objetiva do risco e a ótica relativista e subjetiva do risco a partir das relações sociais dinamizadas pelo interesse econômico e poder, onde as disparidades socioeconômicas dão fundamento à crise e à existência de riscos. É necessária uma análise que abarque quer a componente física quer a social do risco.

1.4 Análise estatística e comparativa das investigações sobre riscos e vulnerabilidades

Considerando a necessidade para um levantamento bibliográfico e numérico sobre as temáticas de risco e de vulnerabilidade, para a compreensão das investigações realizadas a nível mundial e as suas características teórico-metodológicas, bem como a sua espacialização geográfica, realizou-se um levantamento em duas bases de dados bibliográficas: Scopus e Web of Science.

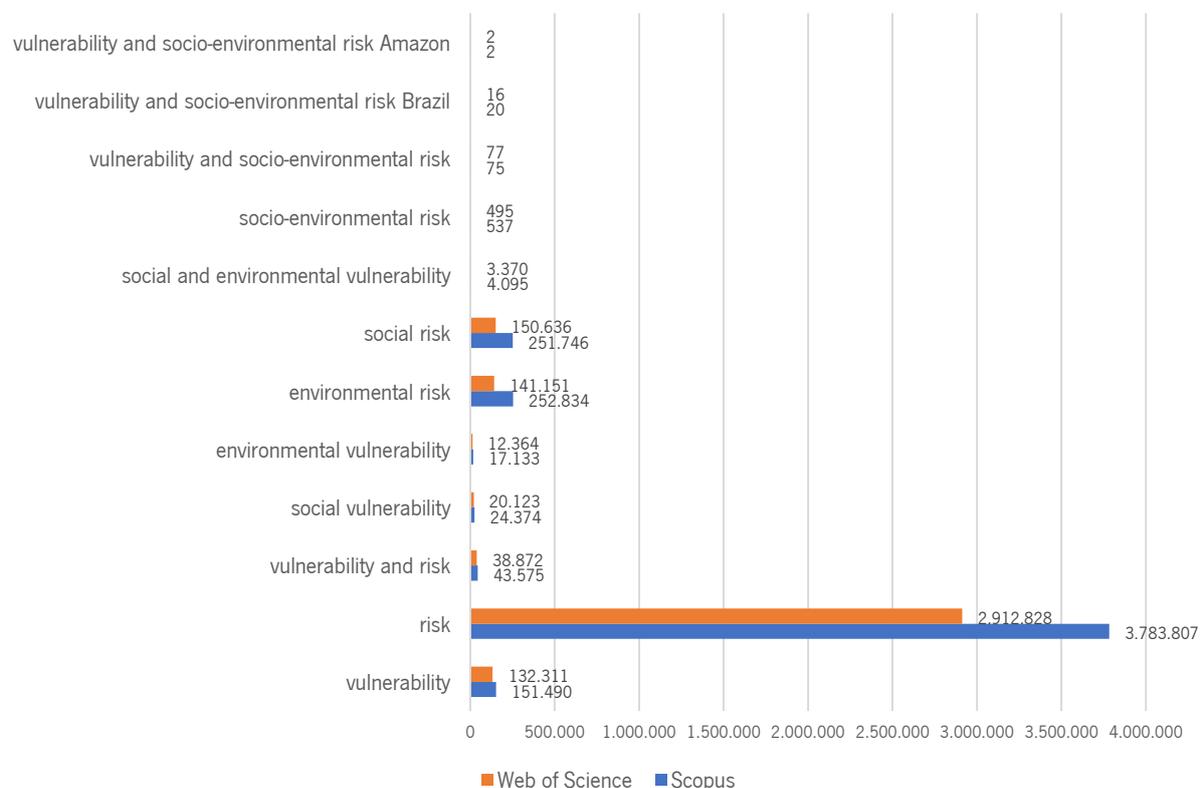
Considerou-se estas duas bases de dados pela sua importância e abrangência uma vez que a Scopus reúne cerca de 19,5 mil títulos em artigos científicos em jornais ou revistas académicas de mais de 5.000 editoras internacionais, e inclui a cobertura de 16.500 revistas em diversas áreas científicas. Para além disso a Scopus agrega uma base de dados com características dos autores, filiação, nacionalidade e número de publicações, que possibilita análises métricas e estatísticas para uma caracterização das pesquisas desenvolvidas e em áreas específicas. Por sua vez, a Web of Science reúne 20.000 revistas académicas avaliadas por pares, mais de 190.000 processos de conferências e apresenta-se como uma plataforma que permite a pesquisa em todas as bases ou numa base específica.

A pesquisa realizada em junho de 2019 agregou todas as publicações de 1975 (por ser o ano a partir do qual se registaram várias publicações) até 2019 e considerou os títulos, resumos ou palavras-chave onde os termos *vulnerability* e *risk* eram apresentados. Na Scopus o resultado para *vulnerability*, foi de 151.490 artigos, e por sua vez na Web of Science foi de 132.311 artigos. Considerando o termo *risk* obtivemos na Scopus 3.793.807 resultados de documentos e 2.912.828 na Web of Science (Figura 10). Os dois termos são utilizados nas diversas áreas científicas. Neste aspeto, considerámos importante a necessidade de segmentar a pesquisa e delimitá-la, adjetivando-a com o léxico em inglês *social* e *environmental*.

Tendo por base a Figura 10, conclui-se que as publicações que usaram o termo risco são numericamente superiores àquelas que usaram o termo vulnerabilidade. Quando ligamos os tipos de vulnerabilidade e risco às tipologias social e ambiental, ocorre uma queda do número de publicações ligadas a esses segmentos, uma vez que essa limitação tipológica, exclui as vulnerabilidades e os riscos vinculados a outras áreas do conhecimento, que também discutem essa questão, mas sem um enfoque geográfico e/ou sociológico. Quando agregámos os dois segmentos característicos das vulnerabilidades e dos riscos (social e ambiental) foi notório o decréscimo no número de publicações. Esta tendência também ocorreu quando agregámos as palavras *Brazil* e *Amazon*, afunilando a segmentação dos estudos a essas duas

áreas geográficas, o que demonstra o pouco desenvolvimento de pesquisas acadêmicas no Brasil e na Amazônia, sobretudo na temática de vulnerabilidades e riscos socioambientais.

Figura 10 – Distribuição do número de publicações em torno de conceitos-chave, disponíveis na base Scopus e na base Web of Science



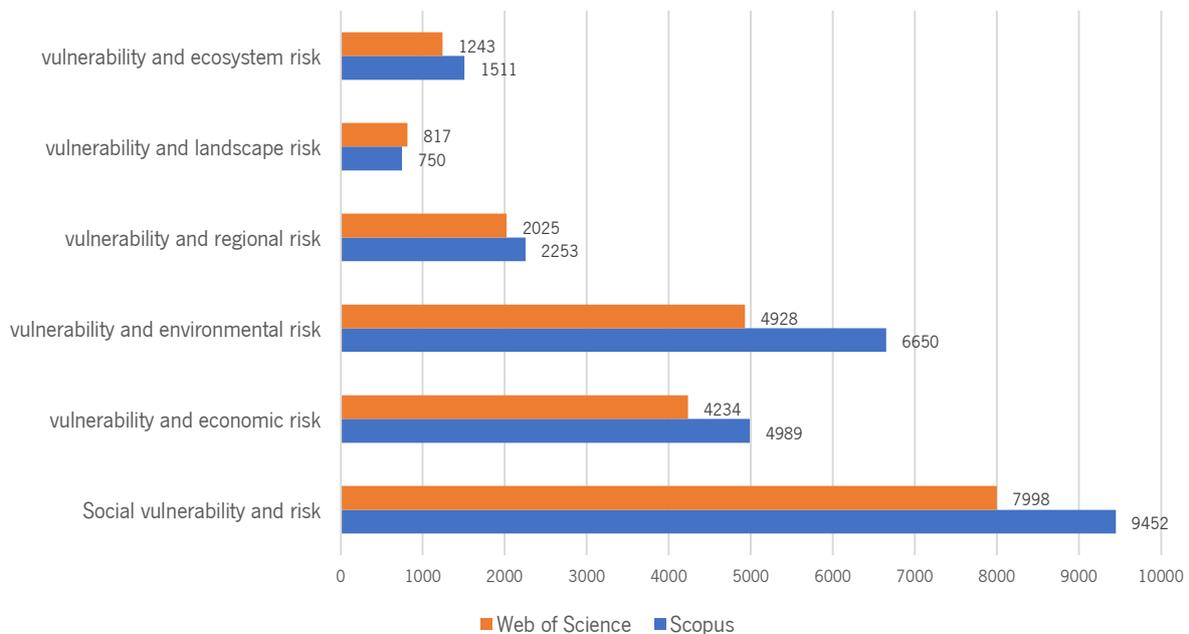
Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus e da Web of Science em junho de 2019.

A pesquisa baseou-se em termos e palavras-chave em língua inglesa justificando os baixos resultados encontrados de publicações do Brasil e mais especificamente do número de publicações sobre a Amazônia.

A Figura 11, além de confirmar a tendência maioritária da Scopus, revela quais são os principais tipos de segmentos de vulnerabilidade e riscos que são investigados. A grande maioria das publicações concentram as suas análises nos aspetos sociais das vulnerabilidades e dos riscos (9.452 na Scopus e 7.998 na Web of Sience). O segundo conceito-chave mais frequente entre os trabalhos publicados corresponde às vulnerabilidades e riscos ambientais (6.650 na Scopus e 4.928 na Web of Science). Os estudos que tratam das vulnerabilidades e riscos económicos ocupam a terceira posição (4.989 na Scopus e 4.234 publicações na Web of Science), seguindo-se as investigações que envolvem vulnerabilidades e riscos regionais, ecossistémicos e paisagísticos. As três últimas categorias também

consideram, de algum modo, variáveis socioambientais e/ou económicas, uma vez que as categorias de análise (região, ecossistema e paisagem) são na sua essência compostas por elementos ambientais e sociais.

Figura 11 – Distribuição do número de publicações sobre vulnerabilidades e riscos segundo as tipologias de estudos



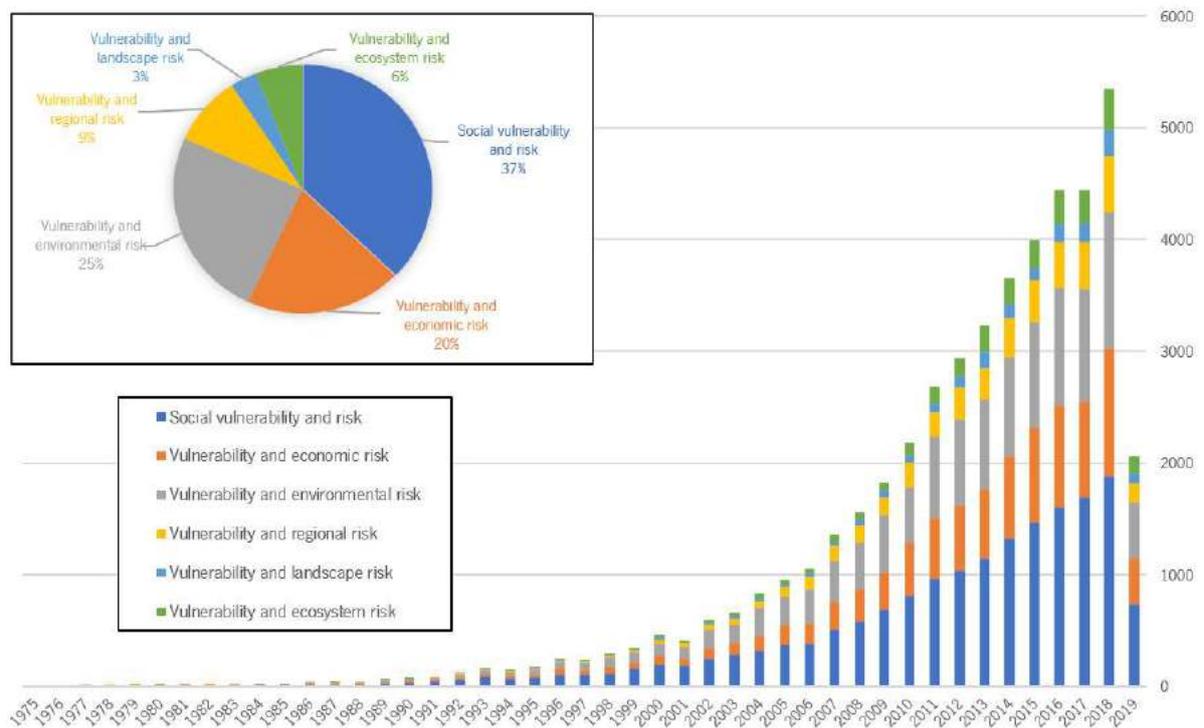
Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus e da Web of Science em junho de 2019.

Em relação à evolução anual do número de publicações que tem como tema central as vulnerabilidades e os riscos, a partir dos anos de 1990, houve um aumento do número de publicações, muito embora haja registos já em 1975 e até mesmo antes desse ano (Figura 12).

É interessante destacar que a tendência de crescimento das investigações ligadas à temática das vulnerabilidades e riscos coincide com a efervescência das discussões globais em torno do conceito de desenvolvimento sustentável, que tem como marco o ano de 1987, com a publicação do Relatório Brundtland e o ano de 2000, com a Carta da Terra. A ONU e outros organismos internacionais contribuíram para a intensificação dos debates políticos e sobretudo científicos na consolidação da problemática e ao mesmo tempo para que fosse dada a importância devida às questões socioambientais.

Foi entre 2001 e 2018 que ocorreu o maior aumento de publicações com alguns decréscimos nos anos de 1994, de 1997 e de 2001. Como o levantamento referente a 2019 se cingiu aos primeiros seis meses não foi possível tirarmos conclusões para esse ano.

Figura 12 – Distribuição do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco segundo o ano de publicação e a temática desenvolvida



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus e da Web of Science e em junho de 2019.

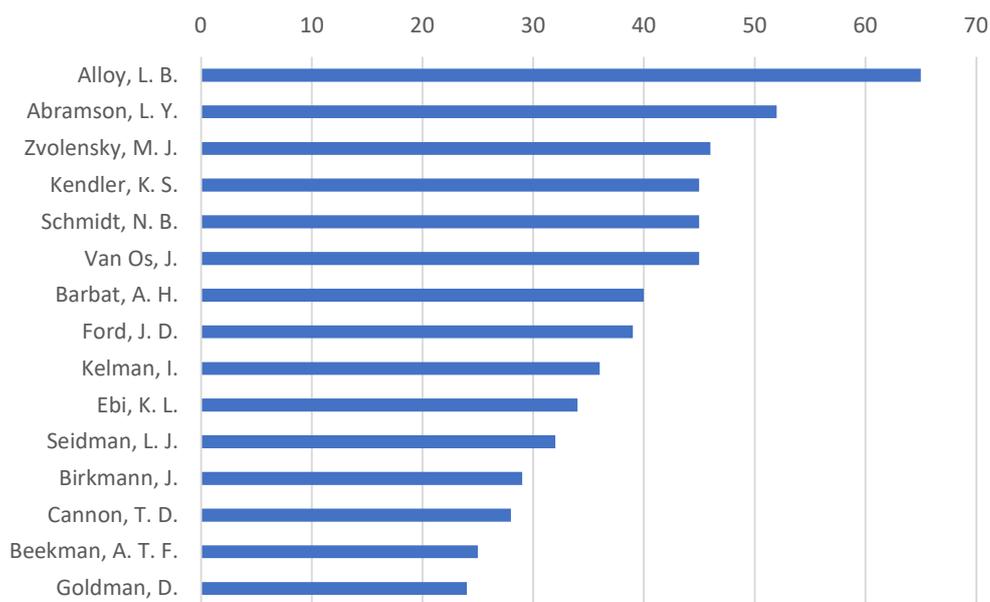
É visível uma predominância dos estudos que destacam as questões sociais. Esse grupo representa 37% das publicações de todo o período analisado. As publicações que tratam das vulnerabilidades e riscos ambientais compreendem 25% do total, seguidas das que envolvem vulnerabilidade e risco económico (20%), vulnerabilidade e risco regional (9%), vulnerabilidade e risco ecossistémico (6%) e vulnerabilidade e risco na paisagem (3%).

Ao associarmos as temáticas aos seus autores, observa-se através da Figura 13, Figura 14 e Figura 15 que são bastante diversas em termos de áreas científicas. Lauren Alloy (2001) e Lyn Yvonne Abramson (2000) destacam-se entre os investigadores que mais publicam sobre a temática relacionada com a vulnerabilidade e risco. As autoras abordam esta temática no âmbito da Psicologia e tratam de questões ligadas à vulnerabilidade cognitiva e emocional de indivíduos com patologias psíquicas como bipolaridade e depressão.

Os contributos de Alex H. Barbat (2004) aplicam o conceito de vulnerabilidade e risco à engenharia e investiga a vulnerabilidade sísmica e risco de estruturas em construções de alvenaria (Figura 13). Por

seu turno, o Geógrafo James D. Ford (2012) estuda os processos de adaptação de comunidades indígenas do Ártico às mudanças climáticas. Também Ilan Kelman (2015) interessa-se pelo risco e redução de desastres, resiliência e resposta a desastres ambientais e climáticos. Na mesma linha, Kristie L. Ebi (2011) preocupa-se com questões ligadas às mudanças climáticas e os riscos para a saúde pública, dando enfoque às pesquisas que tratam de eventos extremos climáticos, segurança alimentar e impactes na saúde pública. Destacam-se também os contributos do Geógrafo Jörn Birkmann (2016), que trabalhou particularmente na área de vulnerabilidade e pesquisa de risco no contexto de desastres naturais e mudanças climáticas, desenvolvendo métodos de resposta aos desafios das mudanças socioambientais, sendo um dos especialistas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e membro do conselho científico internacional do programa Pesquisa Integrada sobre Risco de Desastres (IRDRI).

Figura 13 – Distribuição do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco segundo os principais autores

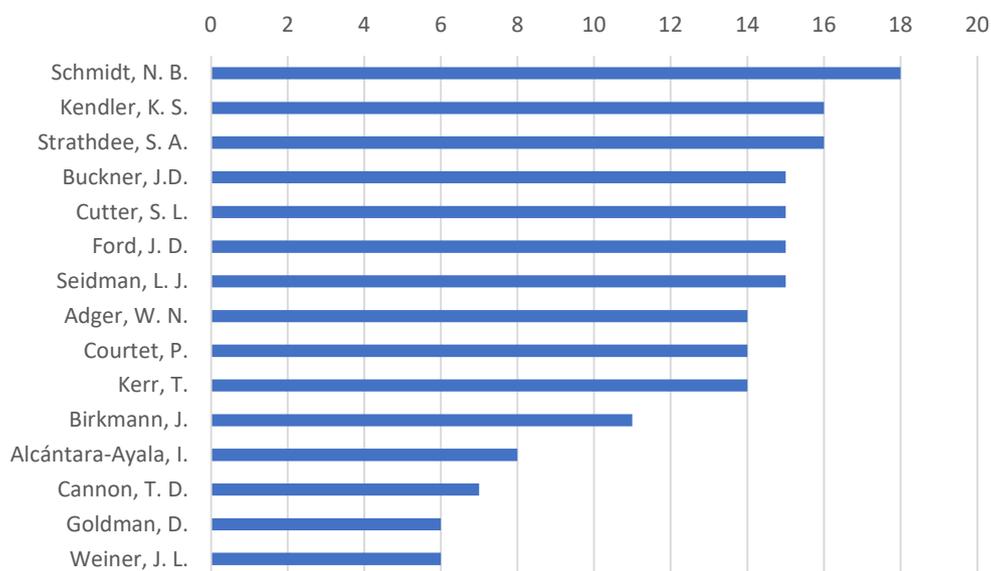


Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus em junho de 2019.

Para a elaboração da Figura 14 foi considerada a relação entre vulnerabilidade e risco em áreas que abordam a componente social. Destacam-se os trabalhos provenientes das áreas da Psicologia, da Neurociência ou da Saúde Pública, particularmente os que estão ligados aos usos e dependências de substâncias químicas e alucinogénias, patologias psíquicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis, e grupos vulneráveis e marginalizados ligados à prostituição.

Em investigações do foro geográfico sobressaem estudos ligados às desigualdades sociais, às questões socioeconómicas e espaciais e ao papel do Estado na definição de políticas públicas e gestão dos grupos de risco. Entre estes autores surgem os nomes de Susan Cutter (2003, 2016), que se tem debruçado sobre questões envolvendo vulnerabilidades e riscos sociais nos Estados Unidos da América, assim como James Ford (2013), William Neil Adger (2007), Jörn Birkmann (2016) e Irasema Alcántara-Ayala (2002), que desenvolvem investigações em riscos e desastres geomorfológicos, vulnerabilidade e prevenção de desastres a partir da educação ambiental. Também se destacam os estudos do Biólogo Jeremy T. Kerr (2003), ligados às vulnerabilidades dos ambientes naturais e as suas inter-relações com os grupos sociais.

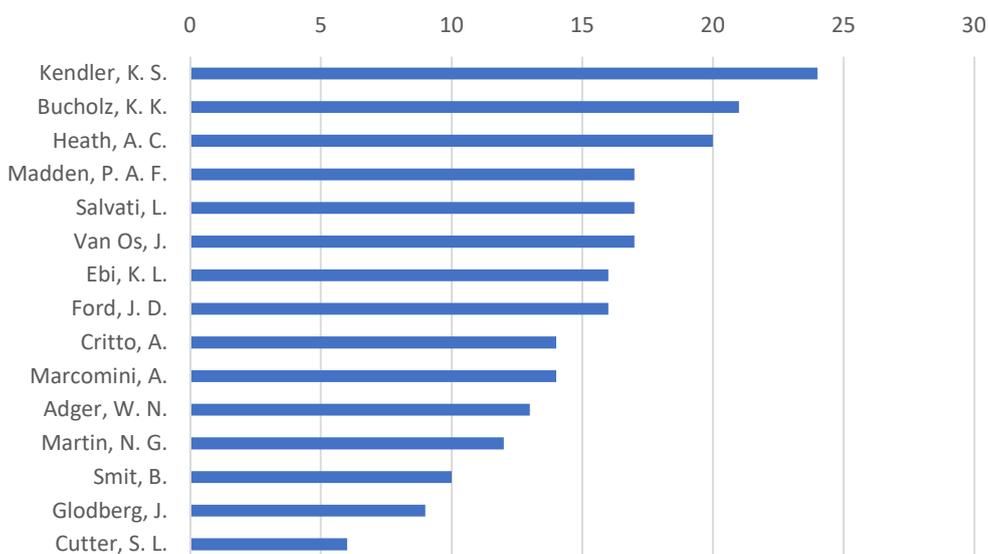
Figura 14 – Distribuição do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco social segundo os principais autores



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus em junho de 2019.

Na Figura 15 destacam-se os artigos vinculados à vulnerabilidade e risco ambiental, com os investigadores Kenneth Kendler (2013), Kathleen K. Bucholz (2001), Andrew Heath (2011), Pamela Madden (1996) e Jim van Os (2018), que se centram em temáticas das vulnerabilidades de grupos de risco de utilizadores de narcóticos, avaliando questões do universo médico e psiquiátrico. Ainda no ramo da Medicina destacam-se também os investigadores Kristie L. Ebi (2011), Nicholas G. Martin (2012) e Jack Goldberg (2005) que se centram na problemática da saúde pública e saúde de grupos ligados às vulnerabilidades socioambientais. Dão importância a questões como o uso de drogas, álcool e tabaco.

Figura 15 – Distribuição do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco ambiental segundo os principais autores



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus em junho de 2019.

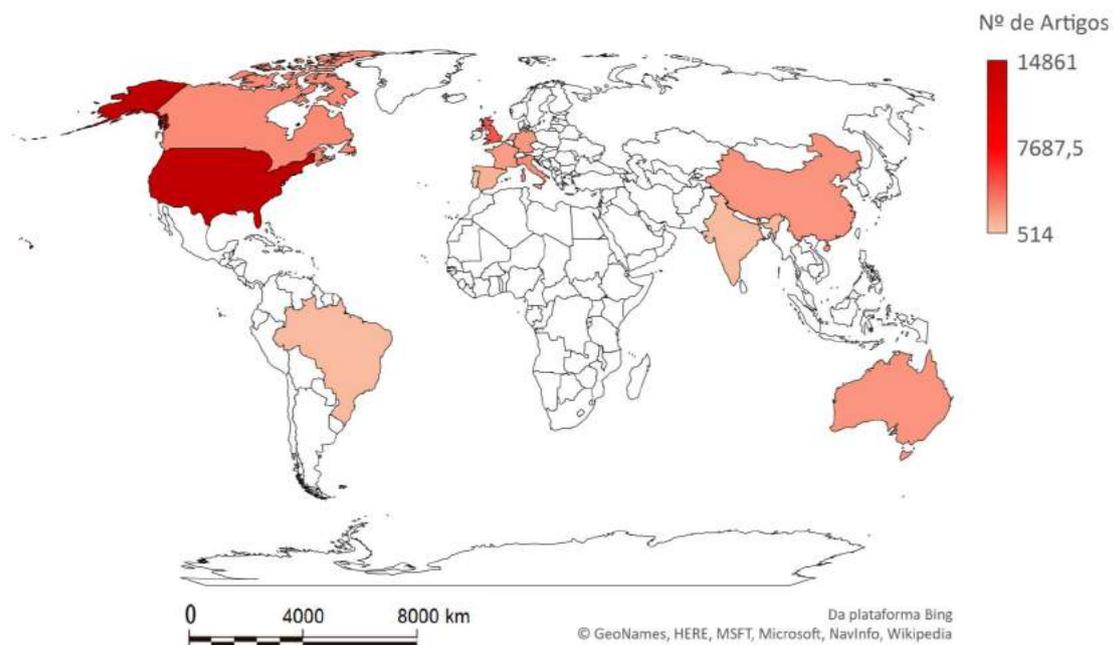
Na Figura 15 sobressaem também investigadores ligados às ciências sociais e mais especificamente à Geografia. Luca Salvati (2014), James Ford (2013), William Neil Adger (2007) e Susan Cutter (2016) são os que se destacam com publicações, que se preocupam com o uso dos SIG na análise da vulnerabilidade e risco ambiental, as suas consequências nas populações e os níveis de participação dos agentes climáticos e naturais na construção dos espaços de risco.

Constata-se, por último, um outro grupo de investigadores que discutem a temática na vertente mais físico-ambiental. Neste caso destacam-se os trabalhos de Andrea Critto (2009) que avalia riscos ambientais numa perspetiva multidisciplinar e desenvolve pesquisas em planeamento e monitorização ambiental, gestão de riscos ambientais, tecnológicos e socioeconómicos, assim como os impactes ambientais das mudanças climáticas. Por seu turno, Antônio Marcomini (2003) preocupa-se com a avaliação de riscos ambientais e a implementação de padrões de qualidade ambiental e Barry Smit (2006) foca-se nas questões ligadas às adaptações de comunidades e sistemas socioeconómicos às mudanças ambientais e climáticas, e à sustentabilidade da agricultura e saúde de agroecossistemas no Ártico, norte do Chile, nas pradarias canadenses e em países africanos.

No sentido de ter-se uma melhor percepção dos países onde se tem desenvolvido uma maior investigação sobre os estudos em vulnerabilidade e risco construiu-se a Figura 16, a Figura 17, a Figura 18 e a Figura 19.

A Figura 16 revela a maior importância dos americanos e ingleses nos estudos que envolvem as temáticas de vulnerabilidade e risco, seguidos dos canadenses, italianos, chineses e australianos. Na Europa a Alemanha, a França, os Países Baixos e a Espanha estão no topo em termos de um maior número de publicações sobre o tema, seguidos da Índia, do Brasil e de Portugal.

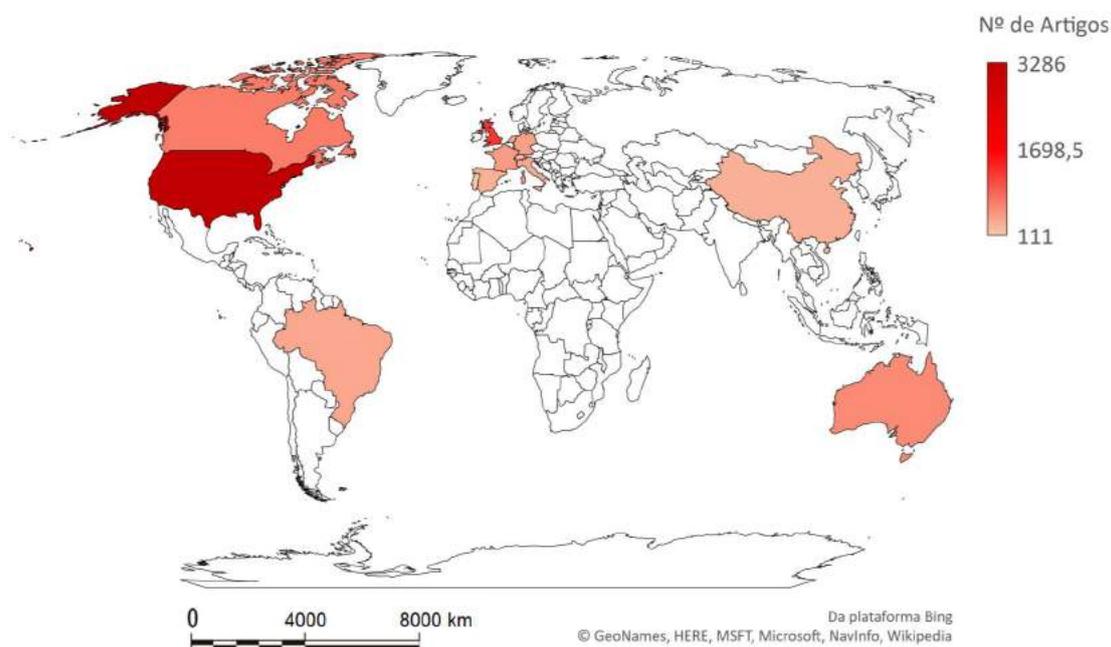
Figura 16 – Distribuição geográfica do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco segundo os países



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus em junho de 2019.

A Figura 17 patenteia a hierarquia dos países que mais publicam sobre o tema com os Estados Unidos da América, o Reino Unido e o Canadá a destacarem-se. A Austrália ultrapassa a China e a Itália posiciona-se como o quarto país no *ranking*. O Brasil junta-se à França, à Alemanha, à Itália e aos Países Baixos.

Figura 17 – Distribuição geográfica do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco social segundo os países

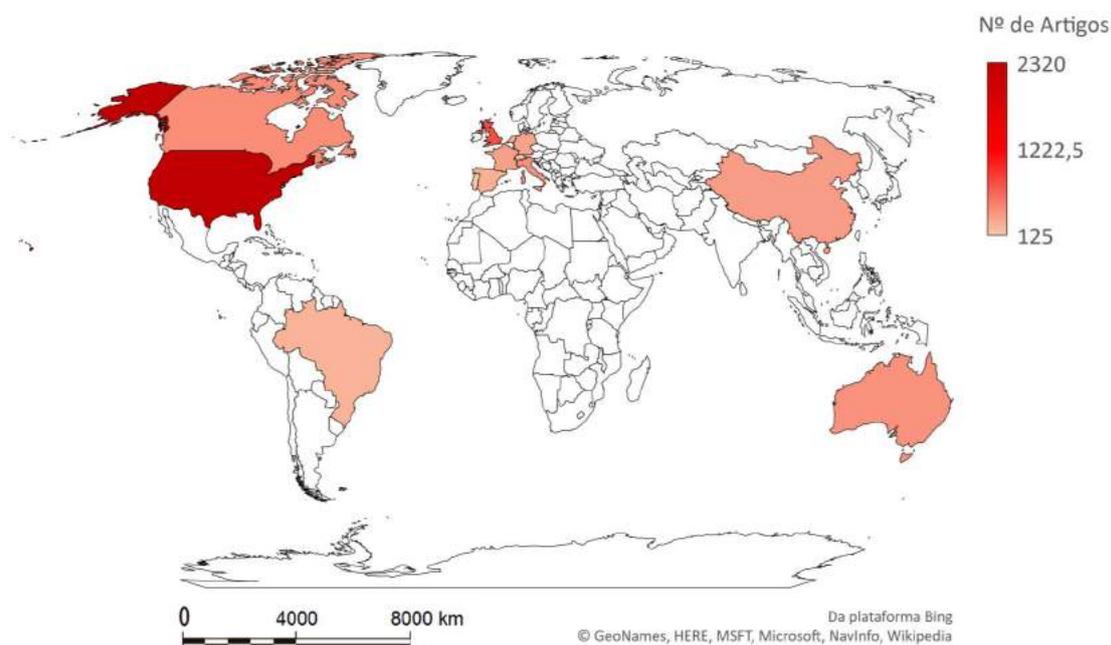


Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus em junho de 2019.

A Figura 18 considera a temática da vulnerabilidade e riscos ambientais, mantendo-se os Estados Unidos da América, o Reino Unido, o Canadá e a Austrália nos lugares cimeiros. A China junta-se ao grupo dos países europeus, representados por Itália, França, Alemanha e Espanha e segue-se a participação do Brasil, dos Países Baixos, da Suíça e de Portugal.

Em relação à temática de vulnerabilidade e risco ambiental, o Brasil perde espaço em relação às publicações que consideram as questões de vulnerabilidade e risco social. Acreditamos que essa configuração se justifica pelo maior número de estudos que consideram as componentes sociais como foco e pela maior inclusão, nos últimos anos, das componentes humanas nos estudos do foro ambiental, por se entender que os elementos humanos também são importantes na composição do ambiente e da paisagem natural.

Figura 18 – Distribuição geográfica do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco ambiental segundo os países



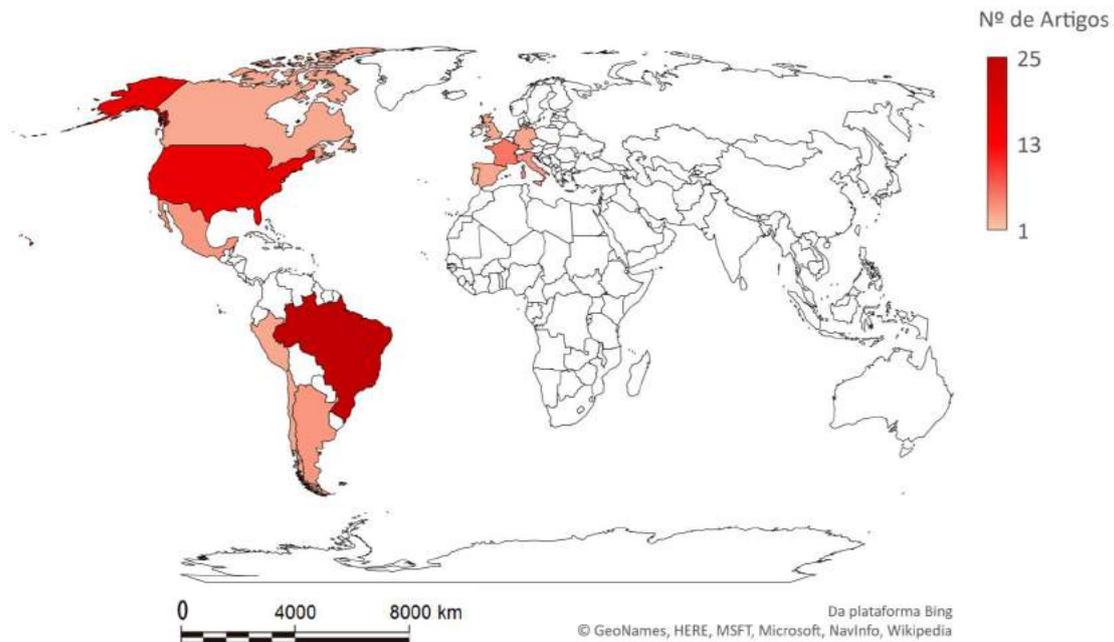
A Figura 19 considera as publicações em vulnerabilidade e riscos socioambientais. As publicações sobre esta temática são numericamente mais reduzidas, se compararmos com temas apenas sociais ou ambientais. Por este facto, torna-se necessário ampliar o número de publicações que relacionam as componentes sociais e ambientais.

Corroborando com o que havíamos destacado anteriormente quando evidenciámos a necessidade de estudos que considerassem componentes sociais vinculadas às ambientais, comprova-se o tímido interesse da comunidade científica, nos estudos que envolvem metodologias sistêmicas e holísticas, pelos espaços geográficos como unidades indissociáveis, onde cada elemento da paisagem interage de forma dialética entre si. Embora seja dada a devida importância a estudos *stricto sensu* e com enfoque específico ou pontual, é a partir de análises mais inclusivas e abrangentes que os elementos componentes da paisagem devem ser considerados.

O Brasil destaca-se, na Figura 19, em publicações que envolvem essa temática, seguido dos Estados Unidos da América, da França e do Canadá. Observa-se ainda a participação de países latino-americanos como Argentina, Chile, Peru e México, que não apareciam nas temáticas que envolvem vulnerabilidade e riscos sociais ou ambientais. Por seu turno, os países europeus (Alemanha, Espanha, Itália, Reino

Unido e Portugal) são identificados no mapa, o mesmo não acontecendo com a Austrália, a China e a Índia, que não aparecem no grupo de países que publicam sobre o tema.

Figura 19 – Distribuição geográfica do número de publicações sobre vulnerabilidade e risco socioambiental segundo os países

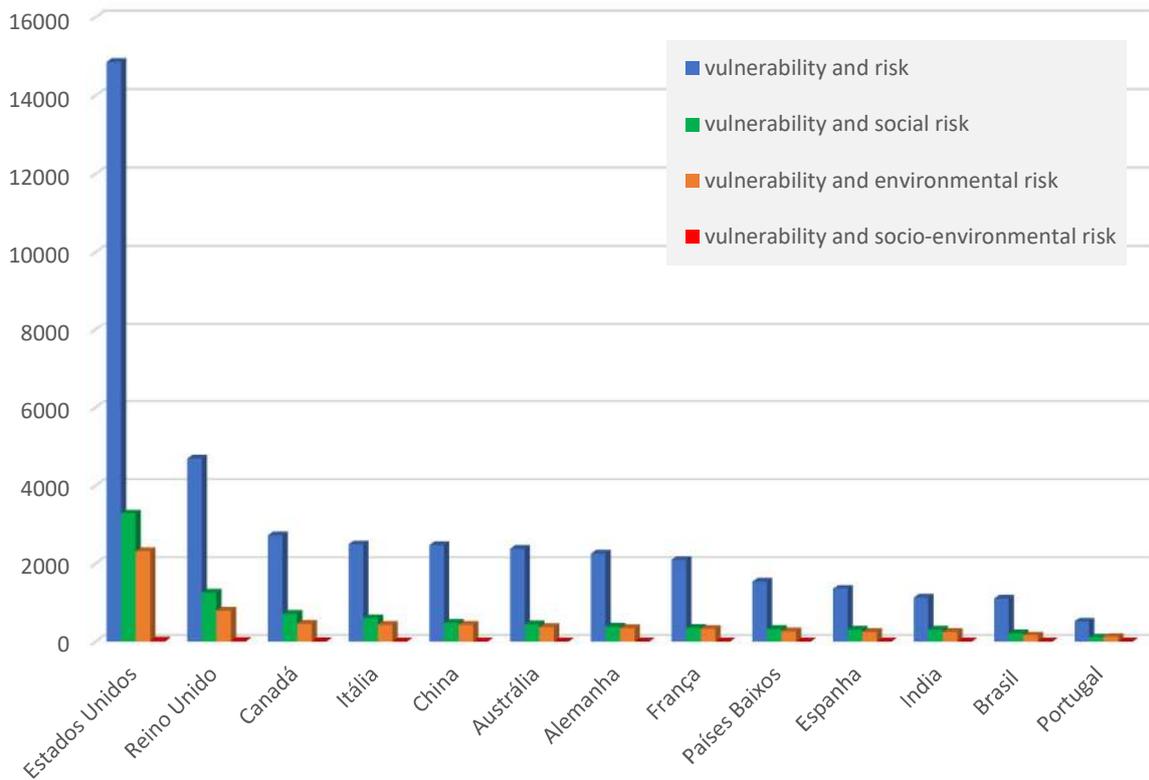


Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus em junho de 2019.

Os dados apresentados na Figura 20 retratam os países e o número de publicações por temáticas e por ordem decrescente. Observa-se um elevado número de publicações referentes à vulnerabilidade e risco, por serem incluídas nesse quantitativo, todas as investigações, nas diversas áreas científicas que se interessam pelo tema.

É visível o decréscimo no número de publicações, quando são especificados os tipos de vulnerabilidade e risco (social, ambiental ou socioambiental). Os Estados Unidos da América, o Reino Unido e o Canadá estão na vanguarda no maior número de publicações ligadas às temáticas. Alguns países da Europa também representam destaque no número de publicações e agregado a esse grupo aparecem ainda a China, a Austrália, a Índia e o Brasil.

Figura 20 – Número de publicações segundo os temas e países

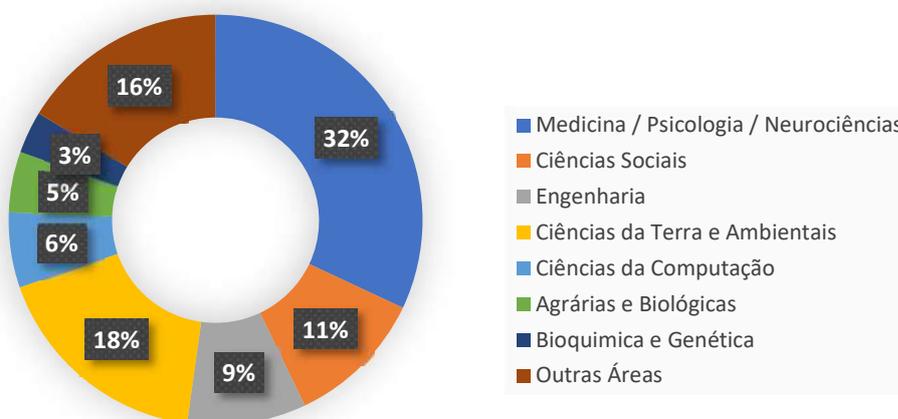


Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus em junho de 2019.

Ao considerarmos as temáticas pesquisadas e as áreas científicas a que estão vinculadas, observa-se através da Figura 21, que a temática de vulnerabilidade e risco se liga em 32% dos casos com as áreas da Medicina, da Psicologia e das Neurociências.

Depois das áreas médicas, destacam-se com 18% as Ciências da Terra e Ambientais, que focam questões mais ligadas às mudanças climáticas, sustentabilidade de ecossistemas e vulnerabilidades e riscos em eventos extremos climáticos e ou geológicos. As Ciências Sociais aparecem como a terceira maior parcela com 11% das publicações, seguidas da Engenharia (9%) e das Ciências da Computação (6%), que abordam o tema sob a ótica da segurança das estruturas físicas e informacionais, no universo computacional. Em 16% das publicações os estudos foram desenvolvidos por outras áreas do conhecimento (Genética, Biologia Molecular, Negócios e Gestão, Artes e Humanidades, Matemática, Física e Astronomia, Ciências de Materiais e Química).

Figura 21 – Percentagem de publicações sobre vulnerabilidade e risco, segundo as áreas temáticas



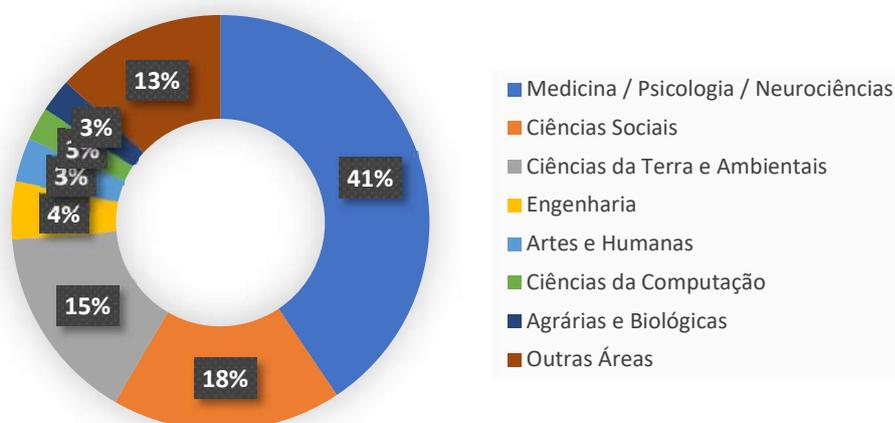
Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus em junho de 2019.

A Figura 22 mostra que as áreas que mais se vinculam ao tema da vulnerabilidade e do risco social continuam a ser as áreas médicas com 41%. As Ciências Sociais situam-se na segunda maior parcela de contribuição, apesar de compreender apenas 18% do total das publicações. As Ciências da Terra e Ambientais ficam com 15% e as engenharias com 4% do total. Nota-se ainda o pequeno contributo das artes e humanas, das ciências da computação, agrárias e biológicas, cada uma com 3%. Um percentual de 13 vincula-se à outras áreas (Genética, Negócios e Gestão, Economia e Finanças, Farmácia, Matemática, Astronomia e Física, Ciências de Materiais e Química).

Em relação à vulnerabilidade e risco ambiental a

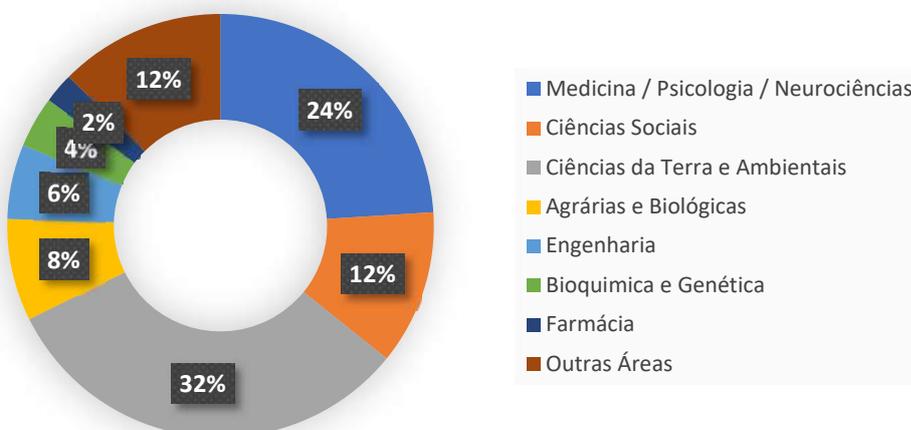
Figura 23 revela que a maior percentagem refere-se às Ciências da Terra e Ambientais (32%), que se entende pela aproximação temática. As áreas médicas mantêm a percentagem de 24%, com estudos que procuram a correlação de patologias com questões ambientais e de saúde pública. As Ciências Sociais correspondem a 12% do total, com estudos de intersecção entre sociedade e natureza, e 8% estão ligados às Agrárias e Biológicas. As Engenharias, Bioquímica e Genética e Farmácia apresentaram respetivamente, 6%, 4% e 2%. Uma percentagem de 12% vincula-se às restantes áreas (Ciências da Computação, Artes e Humanidades, Negócios e Gestão, Economia e Finanças, Química, Matemática, Ciências de Materiais, Física e Astronomia).

Figura 22 – Percentagem de publicações sobre vulnerabilidade e risco social, segundo as áreas temáticas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus em junho de 2019.

Figura 23 – Percentagem de publicações sobre vulnerabilidade e risco ambiental, segundo as áreas temáticas

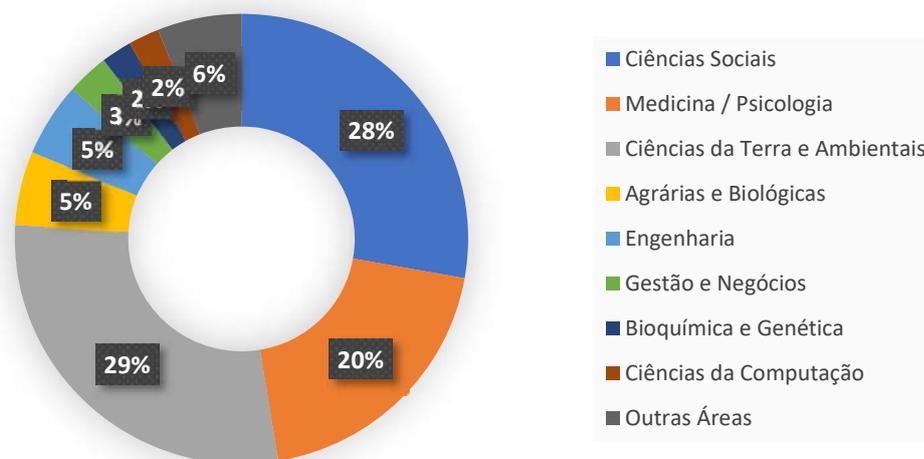


Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus em junho de 2019.

A partir da análise dos artigos que têm como tema a vulnerabilidade e risco socioambiental, a Figura 24 deixa transparecer que as Ciências da Terra e Ambientais são a área que mais desenvolve publicações (29%). Esse quantitativo justifica-se pelo contexto de, nos últimos anos, as Ciências Ambientais terem começado a incluir nas suas análises, não apenas os aspetos naturais, mas também os aspetos sociais,

bem como aplicando as ciências do ambiente às necessidades humanas e sociais. Nesse caso as Ciências Médicas abrem espaço para que se destaquem as Ciências da Terra e Ambientais (29%) e as Ciências Sociais (28%). A Medicina passou a ter uma menor percentagem (20%). No grupo das outras áreas estão incluídas a Genética, os Negócios e Gestão, as Ciências da Computação, a Economia e Artes e Humanidades.

Figura 24 – Percentagem de publicações sobre vulnerabilidade e risco socioambiental, segundo as áreas temáticas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela base bibliográfica da Scopus em junho de 2019.

Em termos gerais a Psicologia e a Epidemiologia têm dado um maior contributo para os estudos que envolvem vulnerabilidade e risco. As Ciências da Terra e Ambientais assumem a segunda posição, seguidas das Ciências Sociais.

Os estudos epidemiológicos e de saúde pública destacam-se desde o início do século XX, num contexto de modernização da saúde norte-americana, impulsionada por um movimento científico de reforma sanitária e social. A reforma tinha como objetivo a substituição da visão humanista pela pragmática e tecnológica, no ensino e nas pesquisas em Medicina. Esse contexto trouxe alguns conceitos (risco, grupo de risco, exposição e fator de exposição) que passaram a ser utilizados na linguagem teórico-metodológica das pesquisas em saúde, explicando assim a elevada produção e publicações com foco nas vulnerabilidades e nos riscos (Ayres, 2011).

No caso dos estudos de vulnerabilidades e riscos, desenvolvidos pelas Ciências da Terra e Ambientais, observa-se a consolidação desta tendência à medida que também são desenvolvidas as primeiras discussões acerca do desenvolvimento sustentável e as discussões em torno dos problemas climáticos e do aquecimento global. As crises relativas às questões ambientais justificaram a necessidade das Ciências Naturais em darem resposta às questões importantes estando entre elas os problemas da vulnerabilidade e do risco ambiental. Relativamente às Ciências Sociais, o foco nas questões da vulnerabilidade e risco ocorre em contextos de desigualdades sociais, no modo como são organizadas socialmente as atividades socioeconómicas em grupos ou comunidades e na maneira como a sociedade moderna estrutura as diferenças sociais a partir da definição de populações em risco ou populações vulneráveis.

1.5 Notas conclusivas

Importa reter que a compreensão dos conceitos associados à teoria do risco é fundamental para desenvolver um modelo conceitual que permita identificar as diferentes vulnerabilidades e perigosidades no território. Este pode ser um contributo para cultivar uma prática mais preventiva de ordenamento do território e, conseqüentemente, menos impactante em termos dos efeitos produzidos pelos diferentes fenómenos. De facto, é a partir do seu entendimento que podemos progredir no sentido do planeamento e gestão mais integrados e articulados entre os sistemas naturais e humanos, bem como do conhecimento mais fidedigno das áreas de risco.

Verifica-se que o conceito de risco é multidimensional e deve ser compreendido a partir das suas várias dimensões e das mudanças sociais que se estabelecem ao longo do tempo. O risco é a probabilidade de danos, acidentes e ou prejuízos materiais e humanos e relaciona-se com a vulnerabilidade, que se caracteriza pela fragilidade e pela limitação. Portanto, o risco deve ser mensurado a partir dos elementos que compõem a paisagem e que lhe conferem diferentes graus de intensidade e perigosidade. A vulnerabilidade relaciona-se com as carências que impossibilitam o combate ao risco.

O crescimento do número de desastres e a intensificação das problemáticas associadas aos riscos encontra cenário propício no contexto global das mudanças climáticas, do desenvolvimento acelerado das atividades humanas e no modelo de estruturação socioeconómica das nações. Assim, os impactes negativos (sobretudo com perdas humanas) tendem a ser mais relevantes nas populações com maiores carências económicas e de baixos recursos.

Na Amazônia, onde se localiza o nosso caso de estudo, os riscos configuram-se principalmente a partir da problemática das questões climáticas que afetam, nos últimos tempos, de forma extrema, os regimes de cheias e de secas do rio e dos seus afluentes. Tal tem vindo a acentuar-se particularmente devido ao processo de desmatamento, para o desenvolvimento da indústria extrativa da madeira e expansão da agropecuária. Também devido à fragilidade governamental relativamente ao atendimento das necessidades básicas dos povos da floresta e da falta de planeamento e gestão dos usos e atividades desenvolvidas no espaço Amazónico.

A literatura que versa sobre a análise dos riscos mantém-se com uma elevada dinâmica em diferentes áreas do saber, procurando designadamente melhorar os modelos de análise. A Medicina e a Psicologia têm trabalhado com frequência o tema, sob a ótica individual. As Ciências Naturais e Sociais desenvolvem estudos mais abrangentes considerando grupos de indivíduos e comunidades e em escalas com maior diversidade espacial (lugares e/ou regiões). A maior concentração de estudos é oriunda dos Estados Unidos da América, embora se verifique um crescente interesse pela temática em países como a Inglaterra, o Canadá e a China.

As abordagens teórico-metodológicas no estudo das vulnerabilidades e do risco tendem, na sua maioria, a analisar separadamente os aspetos sociais dos naturais. Muito poucas vertentes conciliam os aspetos sociais com os ambientais, porque exigem, muitas vezes, um maior grau de dificuldade na aplicação e na construção de modelos que retratem mais fielmente as limitações dos espaços vulneráveis e em risco. Mesmo as entidades governativas optam por abarcar apenas dinâmicas naturais ou sociais, de forma separada ou mais superficial, em termos do número de variáveis. Outras vezes, observa-se modelos mais deterministas e quantitativos, onde são priorizados os indicadores estatísticos que não refletem o todo da paisagem e não exprimem de maneira completa a realidade complexa dos ambientes de fragilidades socioambientais.

Apesar desse contexto teórico-metodológico dominante, no Brasil e em países latino-americanos há uma crescente tendência para integrar os aspetos sociais e naturais, por ser uma abordagem útil para o desenvolvimento de estratégias mais relevantes. Apesar da complexidade da construção de modelos que apresentam interfaces entre o ambiental e o social, é necessário implementar discussões que consigam agregar diversas variáveis e ao mesmo tempo autóctones, para os estudos em vulnerabilidade e riscos nos ambientes.

Por serem produtos sociais, a perceção da vulnerabilidade e do risco fundamenta-se nas experiências individuais que são construídas pela coletividade a partir da sua cultura, tradição e níveis de instrução.

A percepção do risco direciona e consciencializa individualmente a noção de vulnerabilidade diante do espaço e da natureza e possibilita uma gestão consciente dos governos e da comunidade. Portanto, variáveis que se ligam aos aspetos culturais e aos costumes de um grupo ou comunidade, são igualmente importantes para a compreensão dos níveis de vulnerabilidade e risco a que estão expostos os indivíduos. Os modos e os níveis de integração e interação do grupo social com o seu espaço geográfico são norteadores do entendimento da vulnerabilidade e do risco.

Os estudos geográficos da vulnerabilidade e do risco destacam as peculiaridades dos espaços e dos lugares, nas suas dinâmicas e nos processos que sobre eles se desenvolvem. Ao mesmo tempo em que esses processos se intensificam, verifica-se a importância das representações cartográficas e do uso dos Sistemas de Informação Geográfica, no entendimento, avaliação e gestão espacial nos ambientes em crise. O capítulo seguinte aborda reflexões nesse sentido e apresenta perspectivas sobre a utilização dos SIG como ferramenta de análise das vulnerabilidades e dos riscos no espaço geográfico.

2. OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E RISCO

2.1 Nota introdutória

No âmbito da Geografia, a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no estudo de paisagens vulneráveis e ambientes de risco, proporcionou novas potencialidades de investigação que permitem a compreensão dos processos e dinâmicas socioambientais. Paralelamente, tem possibilitado melhorar as ações de gestão e mitigar os efeitos negativos nos espaços afetados.

Neste capítulo, pretendemos abordar algumas das questões teóricas que servem de enquadramento à componente empírica, designadamente na modelação da vulnerabilidade e dos riscos na paisagem Amazónica com recurso às Tecnologias de Informação Geográfica.

Consideramos que a promoção de ambientes sustentáveis, em equilíbrio socioambiental, onde se verificam populações com qualidade de vida e com infraestruturas básicas, é possível com o aprofundamento do estudo das dinâmicas socioambientais que existem no espaço geográfico.

Nas últimas décadas, a utilização das geotecnologias tem vindo a aumentar consideravelmente, permitindo modelar o espaço e aprofundar a compreensão das dinâmicas espaciais. De facto, a maior complexidade dos diferentes sistemas torna difícil a sua compreensão, pelo que os avanços das tecnologias de informação geográfica permitem análises mais fidedignas na modelação dessa complexidade.

Estas são as premissas que motivam esta pesquisa, pelo que é pertinente abordar nos *ítems* seguintes os aspetos da estrutura de um Sistema de Informação Geográfica e a sua importância nos estudos de vulnerabilidades e do risco a que os espaços estão sujeitos. Desse modo, neste capítulo, são focados alguns aspetos do uso dos SIG no estudo das vulnerabilidades socioambientais, bem como a complexidade metodológica para medir essas vulnerabilidades.

2.2 A informação geográfica e sua representação espacial ao longo da história

2.2.1 Principais períodos da evolução da informação geográfica e da sua representação espacial

Desde sempre a informação e o conhecimento espacial têm tido grande importância no desenvolvimento das civilizações, para a interação do ser humano com o espaço geográfico e para a execução das atividades humanas nos territórios. Além disso, apresentam um contributo para o desenvolvimento político, social e económico das populações, na sua organização social e civilizacional. Têm sido relevantes para o conhecimento geográfico e para a localização de processos ou fenómenos, sejam ambientais ou sociais, bem como para a localização de áreas com recursos naturais (*e.g.*, água, minérios, solos férteis e florestas) ou humanos (*e.g.*, mão de obra), afigurando-se como fundamentais para a construção histórica das sociedades.

Os mapas são um dos mais antigos elementos que demonstram a necessidade, na vida social e das civilizações, em poder e querer representar o espaço, nos seus conceitos e perceções. Essa necessidade de organizar a informação geográfica e cartográfica, remonta a antes da invenção da escrita e muitas vezes esteve ligada ao controlo territorial e às estratégias de guerras (Lacoste, 1997; Grancho, 2005).

Os feitos cartográficos estiveram presentes em sociedades primitivas isoladas e testemunham o carácter universal da necessidade em representar o espaço. O período das grandes navegações foi outro momento de crescimento para a cartografia e para a forma de representar os espaços, com a produção de mapas e cartas, observando-se figuras mitológicas e monstros marinhos conjugados com os espaços representados. É também desse período, o desenvolvimento da projeção cartográfica de Mercator, modelo concebido para a priorização da forma dos espaços nos seus limites entre os oceanos e os continentes, onde até hoje é uma das projeções cartográficas mais utilizadas para a navegação (Moura Filho, 1993; Santos, 2002; Grancho, 2005; Duarte, 2006; Morales, 2008).

Deste modo, ao longo da história, a componente geográfica, através da técnica e da cartografia foi um instrumento importante para a tomada de decisões, para o conhecimento do território e na gestão espacial.

Os primeiros estudos, precursores dos SIG e com uma abordagem baseada em sobrepor mapas por camadas e temas, remontam a 1838, com a publicação intitulada *The atlas to accompany the second report of the irish railway commissioners*, que apresentou mapas temáticos de transportes, reunindo preocupações de natureza social e técnica, com uso de mapas a uma escala única e com a mesma

representação territorial. A sobreposição dos mapas permitia a realização de análises e tomadas de decisão em relação à otimização de rotas de transportes (Parent e Church, 1987).

Outro exemplo ocorrido em 1854 é o trabalho de investigação desenvolvido por John Snow que utilizou mapas e bases cartográficas da cidade de Londres com o objetivo de encontrar uma correlação entre casos de cólera e possíveis fontes causadoras do surto. O cruzamento das informações de localização dos doentes e a concentração de casos num mesmo local possibilitou que a investigação chegasse ao foco de cólera, que era um poço com água contaminada. Esta investigação evidenciou a importância da informação geográfica na solução de casos problemáticos em saúde pública e colocou a componente espacial como elemento importante na gestão, planeamento e tomada de decisão (Bonfim e Medeiros, 2008).

O mapa de Chales Minard, datado de 1889, possuía igualmente a essência dos SIG, quando assinalava a campanha napoleónica de 1812 na Rússia, representando os caminhos percorridos pelas tropas e as mortes ao longo do percurso. Este mapa apresentava, num mesmo desenho, variáveis que eram importantes para a missão militar (número de soldados, posição no território, sentido de deslocação e temperatura) (Kraak, 2003).

Antes do surgimento efetivo dos microcomputadores e da disseminação dos SIG, era modesta e tímida a capacidade de calcular, interpretar e visualizar dados estatísticos. Nessa fase, observavam-se experiências com tratamento estatístico de dados, auxiliadas por máquinas que usavam cartões perfurados para o processamento de grande quantidade de informação. É assinalada nessa época a realização do recenseamento da população americana, datado de 1890, com o apoio destas ferramentas (Cooke, 1998). A escrita de longas linhas de códigos, o ato de perfurar cartões e a sua leitura pelas máquinas, geralmente deixadas a calcular no período noturno, necessitava de muito tempo e apresentava riscos de erro. Nestes casos era preciso repetir o processamento para a obtenção das correções (Jordan e Rado, 1998). Posteriormente, assistimos à chegada nos ambientes corporativos e nos centros de pesquisa dos discos duros (substitutos dos cartões perfurados), dos monitores, dos teclados, *plotter* e das mesas digitalizadoras, que contribuíram para a transição e posterior surgimento dos SIG (Grancho, 2005; Bolfe *et al.*, 2011). Estas soluções foram, por algum tempo, uma alternativa viável para empresas e universidades, embora houvesse a necessidade de manutenção e suporte técnico especializado de engenheiros e operadores qualificados para gerir os sistemas.

A procura pelo conhecimento, representação e análise da componente geográfica, nos processos e fenómenos socioambientais, foi se tornando mais necessária, em função do significativo entrelaçamento

entre os elementos do espaço, nas suas características e peculiaridades. O desenvolvimento de iniciativas que preconizavam a consolidação futura dos SIG ocorreu devido às exigências do novo paradigma de organização socio-espacial, que exigia uma gestão baseada na aquisição e análise de dados, num contexto de complexidade informacional (Vicente e Perez Filho, 2003; Remoaldo *et al.*, 2017).

A partir de 1960, o surgimento dos microcomputadores e o seu uso por empresas para o aumento da competitividade, possibilitou a consolidação da automação da informação aumentando a produtividade e diminuindo o tempo de execução das atividades. Posteriormente, com a hegemonia da informática, observa-se uma constante renovação das tecnologias, com um maior aproveitamento do tempo e uma maior precisão e assertividade na execução de tarefas. Neste cenário, também se observa uma corrida tecnológica para a construção de novas plataformas em aplicações e programas computacionais, capazes de executar tarefas exaustivas e ao mesmo tempo diversificadas.

No contexto da modernidade, onde reside a complexidade da técnica, que evolui e se soma às capacidades técnicas, construídas no seio social e ao longo do tempo, tem-se assistido à digitalização da informação e à construção de um novo modelo para o entendimento do espaço geográfico. Esta tem ocorrido a partir de uma representação automatizada (cartografia digital) em ambiente virtual (SIG) que se baseia numa conceção teórica dos sistemas complexos e que se caracteriza pelo surgimento de áreas interdisciplinares, que se preocupam com a interação e análise de grande quantidade de dados (Bertalanffy, 1968; Santos, 2000; Nascimento e Sampaio, 2005; Lopes, Silva e Gourlart, 2015).

No mesmo sentido, observa-se um crescimento proporcional dos grupos académicos e de pesquisa, que tinham como objetivo o desenvolvimento da programação automática seguindo o conceito de sistemas de informação. Nas análises espaciais, destacou-se o conceito de matriz geográfica de Berry (1964), que contribuiu para o surgimento dos conceitos de lugar e de situação, e que foram conceitos relevantes para as análises espaciais e as modelagens cartográficas que até hoje são realizadas nos ambientes SIG.

Na participação académica do processo de construção dos SIG destacam-se as universidades norte-americanas (Universidade de Washington e Universidade de Harvard), que abriram caminho para o financiamento de projetos em parceria com a iniciativa privada (indústrias) que em parceria obtiveram uma evolução no segmento de deteção remota.

As bases do desenvolvimento dos SIG nas universidades seguiram o caminho das ideias da Geografia teórica. Os conceitos desta Geografia, com a configuração social vigente, possibilitaram o surgimento

de modelos matemáticos, simulações de cenários e prognósticos num ambiente fértil para o desenvolvimento conceitual dos SIG (Foresman, 1998; Grancho, 2005).

Entre a gama de *software* desenvolvido, os SIG passaram a ter um destaque e importância no armazenamento e gestão da informação georreferenciada. Todo o tipo de *software* foi resultado, sobretudo, de investigação académica e resultou da crescente procura de informação geográfica e das mudanças tecnológicas nos setores empresariais privados e estatais, que se sustentaram, entre outros aspetos, no controlo da informação (Tomlinson, 1998). Nesse contexto de avanço técnico-científico é importante considerar que foi preciso uma evolução em diversos campos científicos, sendo esta evolução sustentada também no desenvolvimento da computação, da cartografia digital, da deteção remota e dos sistemas de navegação por satélite.

A tecnologia empregada nos ambientes de SIG não se limitou ao conhecimento técnico fragmentário nem compartimentado, mas fundamentou-se na interdisciplinaridade e na conexão entre vários ramos científicos. Engenharia, cartografia, matemática, linguagem e artes foram áreas que se uniram na construção de *software* e na produção de materiais cartográficos (Batistella, Moran e Bolfe, 2008; Bolfe, Matias e Ferreira, 2008).

O americano Michael Goodchild (1992), um dos pioneiros nos Sistemas de Informação Geográfica, considerou a ciência da informação geográfica como sendo o estudo sistemático e científico da natureza e das propriedades da informação. Para ele, a ciência da informação geográfica é uma área experimental e técnica que busca redefinir os conceitos geográficos e o seu uso, a partir de um contexto de cartografia computacional. Esta área preocupa-se com o levantamento e recolha de dados, armazenamento e gestão de informação, estatística espacial, modelação de dados espaciais, estrutura de dados, algoritmos e processos e visualização de informação (Goodchild, 1992).

Têm sido inúmeras as tentativas para definir os SIG. Algumas definições são mais restritas, enquanto outras aumentam o universo de aplicação deste tipo de ferramenta. O próprio termo “Geográfica”, que adjectiva o tipo de informação que vai ser utilizada pelos sistemas, elucida-nos sobre o tipo de aplicação e as áreas em que os SIG podem dialogar, assumindo-se como ferramentas de análise e de trabalho de vários profissionais.

Para além da questão técnico-metodológica podemos também analisar o que inclui a expressão “Informação Geográfica”. Associa-se a uma gama de variáveis quantitativas e qualitativas que, na sua essência, são o objeto de estudo da ciência geográfica, *i.e.*, espaço e sociedade. Deste modo, podemos

considerar que os SIG são ferramentas que agregam este tipo de informação possibilitando análises e tomadas de decisão para diferentes usos e diferentes áreas (Crampton, 2010; Remoaldo *et al.*, 2017).

Os SIG constituem uma plataforma de *hardware* e de *software* que apresenta capacidade de recolher, armazenar, sistematizar, verificar, integrar, sobrepor, analisar, modelar, gerir e visualizar informação alfanumérica permitindo a sua espacialização e funcionando como um instrumento de apoio à resolução de problemas que envolvam a componente espacial. Câmara e Medeiros (2003) consideraram três principais fases da história dos SIG: a fase de inovação, a fase de comercialização e a fase de exploração.

A fase de inovação ocorreu basicamente entre 1950 e 1970 e esteve ligada ao desenvolvimento da cartografia automatizada e à construção do primeiro *software* SIG, o *Canada Geographic Information System* (CGIS). O *software* surgiu de uma parceria entre Roger Tomlinson e a IBM, com o objetivo de desenvolver um sistema que fosse capaz de subsidiar o planeamento territorial rural canadense e ao mesmo tempo minimizar os impactes ambientais causados pela agricultura, mapeando as pressões exercidas ao nível do uso do solo. A importância deste *software* decorreu do facto de além de possibilitar a criação e o desenho de mapas temáticos, também revelou a capacidade de tratar dados, medir e comparar mapas e analisar dados para a obtenção de novas informações. O CGIS também foi o primeiro sistema de vetorização automática permitindo, a partir de imagens de satélite, o processamento e a obtenção de dados vetoriais e a criação de topologias (Tomlinson, 1998; Câmara e Medeiros, 2003; Bolfe *et al.*, 2011).

Em 1967, nos Estados Unidos da América, destacou-se o projeto *Mapping Display and Analysis System* (MIDAS) que foi considerado o primeiro sistema completo para a gestão de recursos naturais e o *Dual Independent Map Encoding* (DIME), usado para a representação digital de ruas e de áreas censitárias, e que foi utilizado, naquele país, para a realização de censos urbanos (Barr, 1996). Essa fase foi limitada pelos elevados custos do *hardware* e pelo início do desenvolvimento das pesquisas científicas vinculadas a esta temática.

A fase de comercialização inicia-se na década de 1970 com o desenvolvimento de sistemas comerciais de informação e possibilitou a difusão do termo SIG. Nesse período desenvolveu-se uma competitividade entre as instituições criadoras dos SIG, baseada em plataformas matriciais e vetoriais. À medida que o laboratório de computação gráfica da Universidade de Harvard desenvolvia um SIG baseado em matriz (ODYSSEY), a empresa *Environmental Systems Research Institute* (ESRI), desenvolvia um sistema baseado em vetor (PIOS), que posteriormente se tornaria no conhecido ARC/INFO. Concomitantemente, ocorreu a comercialização do *software Computer Aided Design* (CAD) que prometia um melhor

desempenho técnico na execução de desenhos e plantas para a construção civil e que foi pioneiro na produção de mapeamentos automatizados com segmentação vetorial (Foresman, 1998; Câmara e Medeiros, 2003).

Em 1978, a empresa ERDAS desenvolveu uma versão avançada do *software Interactive Manipulation GRID* (IMGRID), que realizava o processamento de imagens do satélite Landsat. A partir deste feito surgiu um maior interesse pelas tecnologias de detecção remota, que começaram a realizar maiores conexões de linguagem com a tecnologia SIG, numa estrutura de dados *raster*. Este facto ajudou na atualização de funções com possibilidade para análises espaciais, o que na altura, ainda não era possível (Jordan e Rado, 1998).

Entre 1980 e 1990 foi nitido o desenvolvimento de um maior número de *software* SIG, bem como a sua comercialização. Foi nesse período que surgiram empresas de aplicativos baseados em SIG, como a Gimms, a ESRI, a Intergraph, a Synercon, a Comarc e a Computer Vision. A década de 1990 foi o período em que as limitações no setor da informática, nomeadamente na capacidade em processar grande quantidade de informação, foram, aos poucos, diluídas e quando o processamento de informação georreferenciada se foi tornando realidade.

A massificação e os avanços da microinformática possibilitaram a criação de centros de pesquisa como o *National Centre for Geographical Information and Analysis* (NCGIA), nos Estados Unidos da América, que colaboraram para a popularização dos sistemas criadores de bases de dados e para a difusão do seu uso. Iniciou-se, entretanto, um período de parcerias entre empresas e a comunidade científica para a investigação de metodologias e melhorias da capacidade tecnológica dos SIG. No Brasil, destaca-se o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Militar de Engenharia (IME) e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). O desenvolvimento do Sistema de Tratamento de Imagem (SITIM) e do Sistema Geográfico de Informações (SGI) são outras conquistas desse período.

Depois da ampliação no mercado dos SIG, aconteceu um crescente interesse de investimentos, por parte das grandes empresas, para o desenvolvimento de novas aplicações *desktop*, que agregassem várias funções, num mesmo ambiente. O processamento digital de imagens, as análises espaciais e as modelagens 3D foram algumas das funções que se disseminaram nos pacotes de *software* SIG e que conseguiram chegar comercialmente até utilizadores com pouca formação na área. Posteriormente foi consolidada a utilização dos SIG em ambiente *Web*, sobretudo pelas grandes empresas que preferiram esse meio como uma forma mais fácil de disseminar informação e ao mesmo tempo realizar a partilha de dados (Paredes, 1994).

Com a maior necessidade de especialização dos utilizadores das tecnologias SIG, cresceu a preocupação por parte dos especialistas, sobretudo dos Geógrafos, em considerar os prejuízos da construção e gestão da informação geográfica, por parte de profissionais não qualificados em Geografia. As análises de dados alfanuméricos e espaciais e o alinhamento técnico dessa nova cartografia deveriam adequar-se às metodologias e normas científicas, corroborando com o pensamento científico e as tendências modernas. Goodchild descreve a necessidade da criação de uma Ciência da Informação Geográfica, que se preocupasse em dotar especialistas e utilizadores de base conceitual e teórica, em análise espacial (Goodchild, 1992; Longley *et al.*, 2005).

Com o conseqüente aprofundamento das discussões técnico-científicas em torno dos SIG surgiu uma vasta gama de produtos e estudos disponibilizados em *websites*, em revistas científicas especializadas e em livros que procuravam dar qualificação aos seus utilizadores e assumiam-se como um meio de crescimento teórico na área.

A última fase, designada por fase de exploração (Câmara e Medeiros, 2003), inicia-se na década de 2000 com o crescimento do número de consumidores do *software*. É caracterizada pela institucionalização de normas na construção de mapas virtuais e interativos em ambiente *web* e pelo surgimento de aplicações como o *Google Earth* com a disponibilização de arquivos e imagens para uso na cartografia, em ambiente SIG (Longley *et al.*, 2005).

Com o *Google Maps* e o *Google Earth* houve uma acentuada popularização das tecnologias e do acesso às ferramentas de visualização e análise espacial. Com uma interface entre detecção remota, imagens de satélite, Modelos Digitais de Terreno (MDT) e Sistema de Navegação por Satélite (GPS), estas ferramentas disponibilizaram ao público comum o acesso a imagens de elevada resolução espacial, em qualquer parte do planeta, com apenas uma conexão à Internet.

A sustentação dos SIG está atualmente baseada nos grandes pacotes de dados alfanuméricos e de imagens, hospedados em grandes servidores de empresas que detêm informação de cunho geográfico. Deixaram de estar sustentados num ambiente isolado computacional e de sistemas e passaram a integrar uma rede global de informação, onde existem vantagens (pela capacidade quantitativa e eficiente no processamento dos dados), mas ao mesmo tempo desvantagens resultantes da dependência e descontrolo da informação (Câmara e Medeiros, 2003; Chakraborty *et al.*, 2015; Remoaldo *et al.*, 2017).

O significativo desenvolvimento geotecnológico aponta para possíveis percursos na evolução de modelos que possam simular as dinâmicas espaciais de uso e ocupação do solo e ao mesmo tempo que

demonstrem as dinâmicas de superfície e da atmosfera (Oyama e Nobre, 2004; Soares Filho *et al.*, 2006). A crescente preocupação com a pressão antrópica a nível global e com a crise ambiental coloca diante de todos a necessidade da execução de modelos em SIG, que visem a espacialização e o estabelecimento de cenários para os níveis de disponibilidade dos recursos naturais e que os seus modos de exploração sejam mais sustentáveis. Para além deste segmento há outros ligados à disponibilização da informação espacial nos aplicativos e aparelhos telefónicos, nos sistemas automobilísticos com a cartografia da mobilidade e até na comercialização de atualizações cartográficas. Tal permite construir um mercado de bibliotecas geográficas digitais, caracterizado pela informação e pela gestão de bases de dados e bases cartográficas.

Outra característica visível nesta última fase é a utilização dos serviços de armazenagem em nuvem, pelas grandes empresas, como forma de partilha e segurança da informação, externalizando os serviços de armazenagem de dados, o que exigem uma certa capacidade técnica e de equipamento informático para suportar as necessidades no universo de informação gerada. Essa tendência tem-se consolidado cada vez mais.

Concomitantemente a esse cenário, observa-se a necessidade da unificação da linguagem cartográfica mais acessível e clara para todos. O excesso da quantidade de informação e as suas duplicidades colaboram para a criação de erros e conflitos nos modelos e nas bases de dados, gerando desinformação. É preciso uma padronização sistemática dos dados e nesse sentido pode-se destacar a atuação do consórcio OpenGIS, que se tem preocupado com esta questão (Matias, 2004).

O desafio em gerar informação rápida, eficiente e precisa sobre as atividades humanas e a sua relação com o espaço tem sido superado a partir das atuais geotecnologias. A quantidade de sistemas sensores em operação permite a geração de informações espaciais e temporais dos diversos espaços do planeta, a diversas escalas de análise e com possibilidade de criar produtos de análise geográfica multiescalar. No entanto, o excesso de informação no contexto da modernidade e da sociedade informacional origina o problema do manuseamento e da utilização adequada do conjunto de dados, sendo necessária a conjugação dos dados geográficos e dos SIG (Julião, 1999, 2015; Blaschke e Kux, 2005; Julião *et al.*, 2007).

Diferentemente de Câmara e Medeiros (2003), Coppock e Rhind (1991) consideraram quatro fases de evolução dos SIG entre 1950 e 1989, destacando nas suas análises, o surgimento dos primeiros estudos em SIG e uma quarta fase caracterizada pela qualificação dos utilizadores dos sistemas e pela sofisticação e padronização para a disseminação comercial.

Câmara e Medeiros (2003) desconsideraram o período que precede o desenvolvimento efetivo dos SIG e não fizeram menção à contextualização socio-tecnológica e dos eventos antecedentes dos períodos por eles analisados. Os autores consideram os anos de 1970 a 1979 onde existiu uma baixa capacidade técnica e operacional dos microcomputadores e a limitação das bases de dados. Os anos de 1980 até 1989, foram marcados pela comercialização dos SIG e pela difusão e concorrência do *software*. E por fim os anos que se seguiram a 1990, com o crescimento do número de dados e aumento da troca de informação, sendo o período em que a sociedade dividiu com o Estado, a tarefa de construir e alimentar com informação as bases de dados.

Na presente investigação preferimos considerar uma evolução histórica da representação espacial e cartográfica a partir das heranças históricas e técnicas, construídas pelas sociedades e que são evolutivamente agregadas às novas necessidades de gestão espacial seguindo as complexidades socioeconómicas vivenciadas no espaço geográfico (Coppock e Rhind, 1991; Foresman, 1998; Julião, 1999; Santos, 2000; Santos, 2002; Câmara e Medeiros, 2003; Grancho, 2005; Julião *et al.*, 2007; Bonfim e Medeiros, 2008; Mesev, 2008; Bolfe *et al.*, 2011; Yue *et al.*, 2013; Remoaldo *et al.*, 2017).

Dividimos a evolução histórica da representação dos espaços geográficos em seis fases: 1. Figurativa e cartográfica; 2. Analógica e experimental; 3. Inovadora e digital; 4. Difusora e qualificativa; 5. Competitiva e comercial e 6. Colaborativa e universal.

Nessa linha temporal e evolutiva da representação dos espaços, nos diversos contextos históricos e sociais, representados no Quadro 5, observa-se que os períodos evolutivos da cartografia e dos SIG permitem uma análise sintética das competências e das limitações verificadas em cada período, bem como nos coloca diante da configuração futura das geotecnologias.

Quadro 5 – Síntese da evolução histórica da cartografia, dos SIG e das geotecnologias

Fases	Anos	Caraterísticas e Factos
Figurativa e cartográfica	3800 – 2500 a.C.	Mapa mesopotâmico.
	2000 – 1500 a.C.	Petróglifo de Bedólina, na Itália.
	1550 – 1069 a.C.	Delimitação de áreas agrícolas no antigo Egito.
	500 a.C.	Construção de métodos cartográficos na antiga Grécia por Hecateu de Mileto.
	90 – 168 d.C.	Escrita de Tratado de Geografia em oito volumes, onde consta a Terra na forma esférica, a introdução de pontos cardeais e coordenadas em mapas, por Claudius Ptolomeu.
	1400 d.C.	Grandes navegações. Representações cartográficas mescladas com mitologias e lendas.

		Desenvolvimento de projeções cartográficas e destaque da projeção de Mercator para subsidiar as rotas comerciais e marítimas.
Analógica e experimental	1838	Publicação do “The atlas to accompany the second report of the irish railway commissioners”, que apresentava mapas com única escala e a mesma área territorial para estudos em transportes e rotas.
	1854	Esforços individuais em investigações e pesquisas pioneiras em SIG. Abordagem espacial e cruzamento de informação geográfica na investigação de casos de cólera em Londres por John Snow.
	1889	Publicação do mapa de Charles Minard, com sobreposição de quatro variáveis.
	1890	Tratamento estatístico e de dados do censo da população americano, com uso de máquinas e cartões perfurados.
Inovadora e digital	1958	Início dos estudos de recursos naturais no Canadá com uso do <i>Canada Geographic Information System (CGIS)</i> .
	1960	Regularização das experiências e práticas com instituições dedicadas ao desenvolvimento dos SIG; Automatização de informações por parte dos primeiros computadores nas empresas e instituições, com vista à competitividade.
	1964	Contribuição de Berry com o conceito de Matriz Geográfica, nas análises e modelagens espaciais. A NASA envolve-se na investigação agrícola com uso de detecção remota.
	1967	Criação pelos EUA do primeiro sistema para gestão de recursos naturais MIDAS e construção do <i>software</i> DIME, usado na representação de áreas censitárias e de ruas.
Difusora e qualificativa	1970	Difusão do uso do termo SIG. Desenvolvimento dos SIG e competitividade do setor comercial entre plataformas de SIG matriciais e vetoriais. Comercialização de <i>Software</i> CAD.
	1975	Desenvolvimento dos SIG para a execução em ambientes VAX e PC/DOS. SIG orientados por projetos e com limitações técnicas para bases de dados com pouca preocupação pela criação de arquivos digitais de dados.
	1978	Desenvolvimento do <i>Interactive Manipulation GRID (IMGRID)</i> pela empresa ERDAS; Maior interface entre as imagens de satélites e os SIG.
Competitiva e comercial	1980	Aumento da competitividade entre empresas de SIG. Consolidação das empresas Gimms, ESRI, Intergraph, Synercon, Comarc e Computer Vision. Padronização e sofisticação dos SIG. ERDAS integra análise de imagens e SIG. Especialização dos consumidores na utilização dos SIG.
	1985	Desenvolvimento de SIG com aplicações e usos em ambientes cliente-servidor, com suporte a instituições e inclusão de pacotes de processamento digital de imagens.

		Desenvolvimento de SIG para ambientes Unix, OS/2 e Windows, com interfaces baseadas em janelas.
	1990	Crescimento das capacidades técnicas da informática e melhorias na capacidade de processamento de informações.
Colaborativa e universal	2000	Desenvolvimento das bibliotecas geográficas digitais. Melhoria e aumento da capacidade de gestão das bases de dados georreferenciados. Acesso dos SIG às redes locais e remotas, com interface via Internet. Construção de interfaces entre SIG de diferentes empresas e aumento das funções de comunicação entre sistemas. Desenvolvimento de interface para alimentação de novas informações nas bases de dados com a contribuição da sociedade.
	2010	Desenvolvimento de SIG em ambiente <i>Web (Web mapping)</i> , com armazenamento de informação numa nuvem. Pouca exigência de especialização dos utilizadores dos SIG devido à melhoria das interfaces de comunicação dos programas e aplicações. Ocorrência de informações duplicadas e incorretas nas bases de dados com a necessidade de gestão por parte de administradores. Atuação do consórcio OpenGIS. Crescimento do número de utilizadores SIG. Surgimento de aplicações para disponibilização de imagens de satélite (<i>Google Earth, Google Maps</i>). Disseminação das tecnologias de navegação por satélite em automóveis e aparelhos telefónicos.
	2020	Desenvolvimento de deteção remota em tempo real. Desenvolvimento da tecnologia de internet 5G (internet das coisas). Criação de conteúdo a partir do engajamento público (cartografia colaborativa) e da utilização de drone, mídias sociais, sensores terrestres e orbitais de alta resolução. Aumento das interfaces dos SIG com processamento distribuído (<i>Big Data e Cloud</i>). Incremento das tecnologias de realidade virtual e 3D com aplicações para análises em tempo real. Cartografia baseada na ideia " <i>Open-Science</i> ". Migração da ideia de sistema para plataforma.

Fonte: Elaboração própria tendo por base vários autores.

A fase figurativa e cartográfica corresponde ao período que antecede o início dos estudos e ensaios para o advento dos SIG. É um período caracterizado pelas primeiras necessidades dos agrupamentos humanos em representar o espaço geográfico e os seus elementos. Estas necessidades já existiam na Pré-História com as pinturas rupestres e os primeiros "mapas", como o mapa mesopotâmico e o petróglifo de Bedolina. As figuras, os desenhos e as gravuras, muitos deles não preservados e desgastados pelo tempo, revelam que os grupos humanos usavam esses elementos para o controlo e domínio territorial e, ao mesmo tempo, como forma de gravar o conhecimento e transmiti-lo de forma oportuna.

Com o domínio da escrita as primeiras civilizações aperfeiçoaram a maneira de representar o espaço tendo por base as suas necessidades agro-pastoris, sobretudo quando se recorda o antigo Egito e o Médio Oriente. A evolução civilizacional e o pensar racional e filosófico dos gregos, contribuiu para sistematizar as bases e princípios científicos para o que viria a ser no futuro a cartografia.

Na Idade Média, muito do que foi produzido pelos gregos, misturou-se com os mitos e crenças que colocavam socialmente o povo afastado da informação e do conhecimento. O despertar para novas necessidades e mudanças ao mesmo tempo que a reabertura do comércio mundial a partir das descobertas de novas rotas marítimas entre a Europa e a Ásia, possibilitaram a construção de um cenário propício a mudanças sociais, políticas e culturais. Tal possibilitou a construção de um novo olhar sobre o espaço e igualmente na forma de representá-lo usando, desta vez, uma cartografia cartesiana e científica, longe do que representava o ideário medieval místico e próximo da precisão matemática e da equivalência entre as distâncias dos lugares e as distâncias representadas cartograficamente (Piletti, 1996; Santos, 2002; Morales, 2008).

A fase analógica e experimental tem na sua essência uma cartografia já consolidada e sistematizada enquanto arte e ciência de representação do espaço, com projeções, coordenadas, convenções, pontos cardeais e colaterais, mas concretizada na forma de papéis, globos, quadros e atlas, ou seja, analógica. Considera-se essa fase como sendo aquela que precede o surgimento dos SIG, na sua componente lógica e centrada numa linguagem computacional. Essa fase é também experimental, pois caracteriza-se pela construção da ideia de investigar o espaço a partir da sobreposição de mapas e do cruzamento de dados e variáveis. Estas ideias tiveram como seus percursores John Snow e Charles Minard. As investigações e as experiências cartográficas e estatísticas caracterizaram essa fase que se mostrou importante para a consolidação da digitalização de dados e para a automatização das suas análises.

A terceira fase, inovadora e digital, destacou-se pela evolução e transformação tecnológica, com a criação dos primeiros SIG, dos princípios norteadores para as análises espaciais com uso, no *software*, de matrizes e operações algébricas. Foi uma fase de experimentação e de consolidação de grupos de estudos sobretudo concentrados no Canadá e nos Estados Unidos da América, onde se investigava a composição, funções e aplicações dos sistemas de informação e as suas possibilidades de uso.

A fase difusora e qualificativa inicia-se em meados de 1970, com a disseminação do *software* de SIG e posterior competitividade entre as empresas que, procurando a comercialização dos seus produtos, trabalhavam para a ampliação dos seus mercados consumidores. Nesta fase verificou-se a transformação da informação cartográfica analógica em digital, o aumento da recolha de informação

alfanumérica, compondo bases de dados que eram alimentadas por sistemas de navegação por satélite e pelos primeiros produtos de deteção remota e fotografias aéreas. Foi uma fase de difusão da tecnologia dos SIG e ao mesmo tempo de qualificação de profissionais, para a execução de atividades de mapeamento em ambiente virtual.

Na quinta fase, competitiva e comercial, aconteceu a consolidação das empresas e corporações de desenvolvimento de *software* e programas de SIG, destacando-se a ESRI e a ERDAS, que até hoje têm sido uma referência. Nesta fase houve um aumento da competitividade comercial e técnica entre as empresas e essa competitividade conduziu à melhoria das competências do *software*, ao aumento das suas capacidades de processamento, à construção de novas funções de análise e à capacidade de interface com outras plataformas e extensões de arquivos digitais. Tal possibilitou uma maior utilização de imagens de satélite, com melhor resolução e nível de detalhe. Outra característica desta fase foi a inserção de plataformas empresas-clientes para o suporte técnico de questões ligadas ao *software* e ao mesmo tempo sendo um canal de capacitação dos utilizadores.

A última fase, considerada como colaborativa e universal, inicia-se na década de 2000 com o aumento exponencial das ferramentas de recolha de dados, o que contribuiu para a construção de grandes bases de dados, com informações alfanuméricas de temáticas diversas, mas que possuíam em comum a componente geográfica (latitude, longitude e altitude).

Nesta fase surge a construção e consolidação de grandes bibliotecas digitais de dados georreferenciados e a melhoria da capacidade de gestão dessa informação, que também passaram a ser complementadas pelos dados visuais (aerofotografias, imagens de satélites e radares). Verifica-se a hospedagem de informação e dados em grandes servidores, que com o auxílio de conexões à Internet e à banda larga, aumentam sua capacidade de intercâmbio informacional entre SIG, plataformas e bases de dados. Além disto, é visível nessa fase a participação social com a popularização e uso de aplicações móveis, na disponibilização constante de informação espacial, através de dados e imagens que alimentam constantemente, e em tempo real, os servidores e grandes sistemas de bases de dados.

Outro aspeto visível nesta fase é o surgimento das novas formas de análise espacial e cartográfica através dos SIG, que passaram a ser executados em ambiente *web*, colaborando para a acessibilidade dos utilizadores e a disseminação da utilização de mapas virtuais. A evolução dos SIG, como uma plataforma de fácil linguagem e a capacidade de execução em *sites*, sem a necessidade de computadores com configurações mais robustas, possibilitou que um grupo maior de consumidores, não especializados,

pudessem interagir e construir novas informações. Trata-se, portanto, de uma fase onde não é necessária a especialização para a produção de mapeamentos temáticos.

Por outro lado, também a maneira como são alimentadas as bases de dados, contando com a participação popular (daí chamarmos colaborativa), onde proporcionalmente ao incremento quantitativo dos dados, se constata o aumento de erros, como duplicação de informação e incompatibilidade de dados. Tais ocorrências levaram a uma reflexão da comunidade científica em relação às metodologias de recolha de dados e alimentação das bases de informação.

Esta fase pode ser considerada universal, pelo facto da popularização da construção de informação georreferenciada, por consumidores comuns, sobretudo com o aumento do número dos aparelhos de telefones móveis e as suas interfaces com as redes sociais, os sistemas de navegação por satélite (GPS) e as aplicações que disponibilizam imagens de satélite (*Google Earth, Google Maps*). Este cenário possibilitou e gerou informação de mapeamento em serviços, negócios, rotas e trilhos com vista à mobilidade urbana e rural, numa teia de conexões construídas no seio social, e pela grande rede (Internet) em (quase) todo o planeta.

Nesse novo caminho de fazer cartografia, considera-se importante destacar o papel das tecnologias de *web mapping* que dão dinamismo à construção de informação, gestão e análises de dados e ao mesmo tempo possibilitam a criação de novos produtos cartográficos com derivação e sobreposição de novas informações (Ribeiro *et al.*, 2020).

Se por um lado tem sido importante a sociabilização das ferramentas cartográficas em ambientes SIG, hospedados em *sites* com servidores e albergando informações georreferenciadas, há por outro lado, uma questão complexa. Esta questão é a acessibilidade ao nível do domínio e controlo da cartografia digital entre os países e entre as populações à escala mundial que se revela desigual. Muitas vezes as informações construídas no espaço nacional e no lugar de origem, não são consumidas ou utilizadas pelas populações autóctones. Acontece, na maioria dos casos, um processo de exportação informacional de dados georreferenciados e que normalmente são controlados, utilizados, geridos e consumidos pela população de países desenvolvidos que detêm tecnologia e mantêm nos seus territórios as empresas e as macroestruturas de informática e de geotecnologia.

O relatório *The State of the World's Children 2017: Children in a digital world*, publicado em 2017, pela UNICEF, aponta essa tendência. O documento afirma que países pobres ou áreas em conflito e crise social são espaços onde normalmente se verificam baixos níveis de acesso à informação através da

Internet. O relatório cita como exemplo o continente africano onde as crianças, adolescentes e jovens têm menores oportunidades de acesso à informação na Internet, com 60% das pessoas entre 15 e 24 anos não tendo ainda utilizado esta grande rede. Esse contexto desigual, nos espaços em desenvolvimento, favorece níveis de precarização da educação, dificulta o uso de ferramentas e aplicações para resolução de problemas, limita a qualificação profissional de jovens e impõe barreiras para amenizar crises e emergências socioambientais (UNICEF, 2017).

Sendo assim, a cartografia moderna e atual, não se diferencia na sua essência da cartografia antiga e tradicional. Infelizmente ainda tem sido um domínio de poucos, muito embora se tenha vestido de modernidade e de aparente acessibilidade.

É necessário reconstruir um modelo de cartografia que possa agregar e popularizar efetivamente informações que sejam construídas socialmente e que possam ser utilizadas para o atendimento das necessidades populares e na resolução de problemas e crises. A construção de dados socioambientais e a execução de uma cartografia temática dos riscos e das vulnerabilidades é um caminho para o controlo, gestão e resolução das situações de risco, nos ambientes pouco assistidos pelas tecnologias de satélite e pelas estruturas informacionais, que atualmente estão centralizadas nos países mais desenvolvidos.

2.2.2 A evolução dos SIG na Europa

Os avanços dos Sistemas de Informação Geográfica na Europa foram mais lentos do que nos Estados Unidos da América e no Canadá. Apesar disso, assistiu-se em Inglaterra a alguns avanços teóricos no período anterior ao surgimento dos computadores, entre 1960 e 1970.

As discussões e debates envolvendo os SIG na Europa foram sentidos e vivenciados de maneira diferente e de forma desigual consoante os países. A Suécia e a Inglaterra foram vanguardistas, embora também se tenha destacado a Holanda e posteriormente Portugal e Itália. Até aos finais da década de 1980 eram poucos os diálogos entre os académicos europeus, ficando muito isolado o debate entre investigadores e profissionais ligados aos SIG. A Inglaterra e os Estados Unidos da América, talvez pela condição linguística e troca de informação entre os seus cientistas, puderam gozar de um maior intercâmbio técnico-científico (Coppock e Rhind, 1991).

A menor componente da dimensão geográfica da Europa e a ausência de uma configuração industrial e comercial competitiva tal como aconteceu nos países da América do Norte fizeram com que o ritmo Europeu dependesse daqueles. Após a formação da União Europeia (UE) houve um maior alargamento

e inserção da Europa para o desenvolvimento progressivo de competências na área da cartografia digital e dos SIG. As razões para essa evolução podem ser explicadas pela necessidade de uma maior partilha de dados entre as organizações e nações do bloco económico e o desenvolvimento de recursos e projetos de pesquisa ligados à cartografia digital no seio da UE.

Os primeiros mapas produzidos em ambiente computacional foram os mapas ligados a temáticas do foro meteorológico, produzidos em 1954 pelo Instituto de Meteorologia de Estocolmo. Na Suécia, destacam-se os primeiros trabalhos de georreferenciação realizados pelo Departamento de Geografia, da *Lund University* e as análises de T. Hägerstrand (1967), sobre a função do Geógrafo e a possibilidade de avanços técnicos na análise espacial com o uso dos computadores. Um produto construído entre cientistas sociais e os engenheiros da Universidade de Lund foi a construção do primeiro *plotter raster*, que foi adquirido por uma empresa norte-americana. Em 1975, depois de averiguar a necessidade de realizar o cadastro de propriedades na Suécia, o governo desenvolveu o *Swedish Land Data Bank*, para a realização da georreferenciação das propriedades (Foresman, 1998).

Na Inglaterra destacam-se os trabalhos realizados em 1950, por Coppock, na Universidade de Londres, propondo a realização de um censo agrícola com o uso de computadores; a estruturação da *Experimental Cartography Unit* (ECU), que desenvolveu inúmeros programas de computação com funções para conversão de coordenadas, projeções, edição de desenhos, construção de bases estatísticas e compressão de dados; e o desenvolvimento do *software* LINMAP (Coppock e Rhind, 1991).

Entre os anos de 1975 e de 1985, o governo inglês diminuiu paulatinamente o financiamento para as pesquisas em SIG, havendo um aumento do interesse por parte de outros países sobre a temática. Tal facto motivou uma migração de investigadores, sobretudo para a Holanda, que passou a ter destaque no apoio a pesquisas em SIG. Embora a Europa tivesse as suas conquistas na área dos SIG, boa parte das aplicações existentes realizavam tarefas fragmentadas e não era possível ver a capacidade de realização de tarefas num mesmo sistema.

No período de 1986 a 1995, ocorreu a chegada do *software* comercial (*Arc Info*) que passou a ser utilizado em maior escala. A diminuição do valor comercial dos produtos SIG e a guerra comercial dos dados entre a Europa e os Estados Unidos da América, possibilitaram um maior intercâmbio que favoreceu as duas partes com ganhos técnicos e informacionais. Outro avanço foi o surgimento de revistas com temáticas em SIG (*GisEurope* e *Mapping Awareness*), que permitiram uma maior comunicação entre cientistas e a comunidade académica (Coppock e Rhind, 1991; Foresman, 1998; Longley *et al.*, 2005).

Estas ações possibilitaram o surgimento na Inglaterra e na Holanda dos primeiros cursos de formação técnica em SIG, onde ingressou um número considerável de técnicos com qualificação em análise espacial em ambiente SIG e que posteriormente se tornaram mestres e agentes disseminadores, nos países da Europa, das novas tendências em cartografia digital. A constituição de associações (*Association for Geographic Information*, na Inglaterra e *AfiGeo*, na França) e grupos de investigação colaboraram para a fundamentação do uso dos SIG na Europa.

Alguns marcos devem ser destacados na Europa, como a regulamentação da Agência Europeia do Ambiente, em 1990, que possibilitou uma maior implementação de dados e a disponibilidade de informação georreferenciada para os países membros da UE e a construção da Rede Europeia de Informação e Observação do Ambiente (EIONET). Portugal está representado neste grupo através do Instituto do Ambiente (IA), que alimenta a rede, com dados geográficos, principalmente do Instituto de Conservação da Natureza (ICN) e do Instituto Nacional da Água (INAG).

O desenvolvimento do projeto *CORINE Land Cover*, entre 1985 e 1990, deu destaque a Portugal como o primeiro país da UE a realizar mapeamento temático de ocupação do solo. Os ganhos nesse projeto referem-se à implementação de um sistema de informação em meio ambiente e ocupação territorial, na UE, para o direcionamento de políticas ambientais, e pela construção de padrões metodológicos e cartográficos que pudessem balizar os mapeamentos nos países membros.

Outros programas e projetos podem ser destacados a nível europeu como o *Geographic Information Systems Data Integration and Data Base Design* (GISDATA) (1993), o *Geographic Information Network in Europe* (GINIE) (2001) e o *Infrastructure for Spatial Information in Europe* (INSPIRE) (2004). Contribuíram para o aprofundamento das análises técnico-científicas em SIG e para a construção de modelos que pudessem ser utilizados em toda a Europa, constituindo bases de dados e informação estatístico-cartográfica para dar apoio à gestão pública, possibilitando o intercâmbio da informação no espaço da UE.

Convém sobressair também eventos importantes ligados à temática em SIG que foram desenvolvidos na Europa. Para além daquelas desenvolvidas no âmbito dos programas GISDATA, GINIE e INSPIRE, destacamos as reuniões organizadas pela *European Umbrella Organisation for Geographic Information* (EUROGI) e pela *Association of Geographic Information Laboratories Europe* (AGILE). Adite-se ainda as conferências JEC-GI, EC&GIS e *International Conference and Exhibition on Geographic Information* (GISPlanet 98), que tiveram no contexto europeu e em Portugal, uma importância estratégica para a consolidação dos SIG.

Em Portugal os SIG passaram a ser utilizados nos anos de 1970, de forma isolada e limitada aos órgãos públicos. Posteriormente, em 1986, foi criado o Sistema Nacional de Informação Geográfica, com o objetivo de mapear o território português, com dados de uso e ocupação do solo, elaborando uma cartografia temática. Destacam-se ainda como marcos pioneiros, em meados de 1970, a construção do Atlas do concelho de Loures, com dezenas de mapas onde se usaram símbolos, e que foram lidos com leitura ótica dos cartões perfurados. Foram realizados por uma equipa liderada pelo arquiteto Conceição Silva e foi considerado o primeiro trabalho de um SIG português (Grancho, 2005).

A utilização de imagens de satélite para mapeamento iniciou-se, em Portugal, em 1976, através de um estudo realizado por Nabais Conde, sobre a tectónica de Portugal continental e utilizou imagens obtidas por satélite. Posteriormente, os eventos organizados pela Comissão Permanente de Estudos do Espaço Exterior, da Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica (JNICT), instituída em 1970, contribuíram para a disseminação do conhecimento e das novas tecnologias de deteção remota, através da promoção de congressos e seminários sobre o tema, de cursos de formação avançada em processamento digital de imagens e de capacitação técnica de portugueses no exterior.

Outros marcos podem ser referenciados nos anos de 1990, como a instalação da rede de nós regionais do Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG), destacando-se o projeto da Junta da Área Metropolitana de Lisboa. A publicação, em 1997, do Atlas da Área Metropolitana de Lisboa, coordenado pelo Geógrafo José Tenedório; e a criação, em 1999, de um portal de informação geográfica (Geocid), que servia de fonte de dados para a população.

No contexto das instituições portuguesas de ensino superior, a cartografia teve uma forte influência da escola francesa, que se centrava na semiótica e na representação cartográfica, vertente seguida pelas Universidades do Minho, do Porto, de Coimbra e de Lisboa. Estas Universidades assistiram, entretanto, à transição da cartografia tradicional (analógica) para a moderna (digital) nos últimos vinte anos. Com uma nova geração de profissionais e professores, sob influência de qualificações profissionais alcançadas no exterior, sobretudo em universidades e centros norte-americanos e ingleses de pesquisas, os SIG puderam, paulatinamente, ser introduzidos como ferramentas de investigação e passaram a ser, ao mesmo tempo, objeto de estudo no universo das disciplinas e no seio dos cursos de Geografia em Portugal.

2.2.3 A evolução dos SIG no Brasil

A história da cartografia brasileira liga-se às necessidades internacionais de dados e ao esforço do Brasil, em se alinhar ao contexto mundial, sobretudo na fase da Primeira Guerra Mundial. Os anos entre 1920 e 1929 destacam-se pela criação da primeira comissão brasileira que se focou na demarcação de limites e fronteiras e que marca o início de uma cartografia documental no Brasil. Destacam-se neste período, a Missão Cartográfica Austríaca, que organizou no Brasil o Serviço Geográfico do Exército e que introduziu técnicas de desenho cartográfico, fotogrametria e impressão *off-set* (Archela e Archela, 2008; Santos e Castiglione, 2014).

Durante o governo do presidente Getúlio Vargas foi criado, em 1930, o Instituto Geográfico e Geológico Militar, o Serviço Geográfico do Exército (1932), o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (1934) e a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) (1935). Estes organismos contribuíram para a construção de novos levantamentos de dados em todo o território brasileiro e deram início ao processo de fusão das atividades estatísticas e cartográficas (Penha, 1993; Câmara e Medeiros, 2003; Archela e Archela, 2008; Bolfe *et al.*, 2011).

Em 1938, surgiu a primeira empresa privada dedicada à execução de levantamentos aerofotogramétricos, aparecendo o primeiro levantamento através do sistema Trimetrogon, dois anos depois, em parceria com as forças aéreas dos Estados Unidos da América. O material produzido contribuiu para o mapeamento de áreas até então não mapeadas na escala 1:1.000.000. Nesse mesmo ano, iniciou-se o primeiro projeto, executado pelo IBGE, que tinha o objetivo de determinar as coordenadas geográficas de toda a rede urbana brasileira, incluindo cidade médias e pequenas, vilas e agrupamentos humanos. Paralelamente a este trabalho, o governo federal determinou o mapeamento obrigatório, a nível municipal, de todas as unidades municipais da federação. Os municípios não mapeados veriam os seus territórios agregados aos municípios adjacentes, perdendo a sua identidade territorial (Archela e Archela, 2008; Santos e Castiglione, 2014).

A década de 1950 foi marcada pelas análises dos dados geográficos e pelas interpretações de mapas temáticos, além do surgimento de instrumentos estereoscópicos de funcionamento automático de boa precisão, que auxiliavam na execução das análises fotogramétricas das imagens. Destacam-se nesse período, a realização de encontros e seminários [XVIII Congresso Internacional de Geografia, no Rio de Janeiro (1958), I Reunião de Consulta sobre Cartografia, em São Paulo (1958), II Reunião de Consulta sobre Cartografia, em Curitiba (1959), III Reunião de Consulta sobre Cartografia, em Porto Alegre

(1961)], pretendendo-se a qualificação de novos profissionais para as novas necessidades da cartografia nacional (Florenzano, 2005; Santos e Castiglione, 2014).

Em 1962, foi publicada, pelo IBGE, a primeira edição completa, da Carta do Brasil ao Milionésimo, na escala de 1:1.000.000, com um mapeamento sistemático, em 46 folhas de cartas, em representação plana, que se tornou um útil instrumento na definição das políticas nacionais, nos trabalhos geodésicos e topográficos e no planejamento territorial brasileiro. Neste mapeamento foram seguidas as convenções técnicas internacionais da Convenção de Paris, de 1913, sendo o primeiro trabalho cartográfico sistemático e científico do Brasil. Outra importante contribuição do IBGE foi o estabelecimento da rede geodésica brasileira que serviu de base para a georreferenciação e mapeamento integrado de todo o Brasil (Penha, 1993; Menezes, 2011; Santos e Castiglione, 2014; Duarte, 2017).

Na década de 1970 passou a ser utilizada a tecnologia de detecção remota ativa, com sensores radar aerotransportados, em visão lateral, e a execução do projeto Radar da Amazônia (RADAM), que tinha o objetivo de mapear, de forma integrada os recursos naturais e os níveis de uso e ocupação nas áreas da floresta amazônica. Também tinha a incumbência de gerar, recuperar e analisar dados geoambientais primários em geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e outros temas (Archela e Archela, 2008; Pimenta e Sarti, 2015).

No início da década de 1980 foram intensificadas as atividades cartográficas e enfatizado o mapeamento a escalas com grande detalhe na região amazônica. Houve um grande impulso sobre os conhecimentos em geoprocessamento e SIG, devido aos esforços da comissão brasileira da União Geográfica Internacional (UGI), chefiada pelo Professor Esperidião Faissol. Com o dinamismo e desenvolvimento das tecnologias de DR no Brasil, em 1985, o país já tinha realizado o mapeamento de 98,9% do seu território, apesar das suas dimensões continentais e das limitações operacionais, considerando a alocação de recursos humanos, contratação, treino e diferenças regionais, no que se refere à logística e infraestruturas operacionais (Penha, 1993; Silva, 2001).

Considerando a situação de país emergente, o desenvolvimento dos SIG no Brasil seguiu a lógica da globalização e da necessidade do aumento produtivo nos diversos setores da economia e da sociedade. Apesar do grande número de empresas que surgiram no início da explosão tecnológica da microinformática, apenas algumas despontaram no cenário internacional e passaram a atuar também no Brasil tendo-o como mercado consumidor (Goodchild, 1992; Thériault e Miller, 2012).

A introdução dos SIG no Brasil aconteceu na década de 1980, com a intervenção de Roger Tomlinson, responsável pela criação do primeiro SIG (*Canadian Geographical Information System*). Isto incentivou a organização de grupos de pesquisa, aumentou o número de eventos e de congressos em cartografia e SIG e ajudou a consolidar laboratórios, como o Laboratório de Geoprocessamento, do Departamento de Geografia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que desenvolveu o Sistema de Análise Geo-Ambiental (SAGA) (Penha, 1993; Archela e Archela, 2008; Santos e Castiglione, 2014).

Com a gradativa absorção das novas tecnologias de produção cartográfica e a qualificação de novos profissionais para a concretização de mapeamentos, o IBGE iniciou uma série de normalizações e padronizações para os levantamentos baseando a informação geográfica no Sistema de Navegação por Satélite (GPS).

A inserção competitiva do Brasil no mercado internacional apresentou limitações e dificuldades de posicionamento do país, com pouca capacidade técnica, em nichos específicos no segmento dos SIG. Apesar deste cenário, observaram-se alguns avanços realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no desenvolvimento de metodologias e sistemas em *software*, como o Sistema de Tratamentos de Imagens (SITIM), o Sistema para Processamento de Informações Geográficas (SPRING), tendo, este último, sido bastante difundido no Brasil para análises espaciais. No início dos anos de 1990, o desenvolvimento do *software* SPRING possibilitou a unificação de imagens de DR, mapas temáticos, bases cadastrais e modelos numéricos de terreno a vários projetos importantes encabeçados pelo INPE. Outra conquista brasileira ocorreu em 1999 com o lançamento do primeiro satélite sino-brasileiro para mapeamento de recursos terrestres (CBERS-1) (Câmara *et al.*, 1996; Freitas, 2014).

A década de 2000 destaca-se pelas ações de elaboração de planejamentos estratégicos pela Comissão Nacional de Cartografia e pela automatização dos censos populacionais e agropecuários, com a substituição dos inquéritos em suporte de papel e pela tecnologia dos dispositivos computacionais móveis, equipados com GPS. Os anos seguintes a 2000 foram caracterizados pelos avanços tecnológicos nas instituições de pesquisa e ensino no Brasil e pelo aumento de intercâmbios técnico-científicos entre o Brasil e a China, no que se refere à construção e lançamento de satélites e ações que resultaram no lançamento de mais dois satélites da série CBERS (Archela e Archela, 2008; Santos e Castiglione, 2014).

O Brasil tem-se desenvolvido basicamente em quatro segmentos na área do geoprocessamento: 1. Desenvolvimento de aplicações tendo como alicerces bases de dados e apresentação gráfica, para cadastro urbano rural em escalas que variam de 1:1.000 a 1:10.000; 2. Desenvolvimento de cartografia automática com produção de mapas básicos e temáticos, por diversas instituições e centros de pesquisa

nos Estados brasileiros, integrando técnicas de aerofotogrametria e digitalizadores óticos; 3. Desenvolvimento de cartografia ambiental vinculada às áreas da agricultura, da ecologia e do planejamento regional, com mapeamentos nas escalas de 1:10.000 a 1: 2.500.000 fundamentando-se na integração de dados, imagens de DR e MDT; e 4. Desenvolvimento de cartografia como resposta às empresas e concessionárias de serviços básicos (água, energia, telefonia), com mapeamentos em escalas de 1: 1.000 a 1: 10.000 e com forte relação entre bases de dados e personalização de clientes.

2.3 Estruturas, funções e representações nos SIG e a sua aplicação nos estudos de vulnerabilidade e risco

No atual cenário social a informação passou a ser um elemento importante para o desenvolvimento e um fator determinante para o crescimento económico e para o alcançar da equidade social. Possuir informação e a partir dela conhecer a realidade é importante para prognosticar e antecipar factos e fenómenos. O excesso de informação ou o seu mau uso possibilita, por outro lado, análises e interpretações distantes da realidade. Portanto, muito mais do que ter a informação é também indispensável a sua organização, a sua categorização e sistematização. Os SIG são ferramentas que em muito contribuem para essa ordem informacional, colocando junto dos dados a componente espacial.

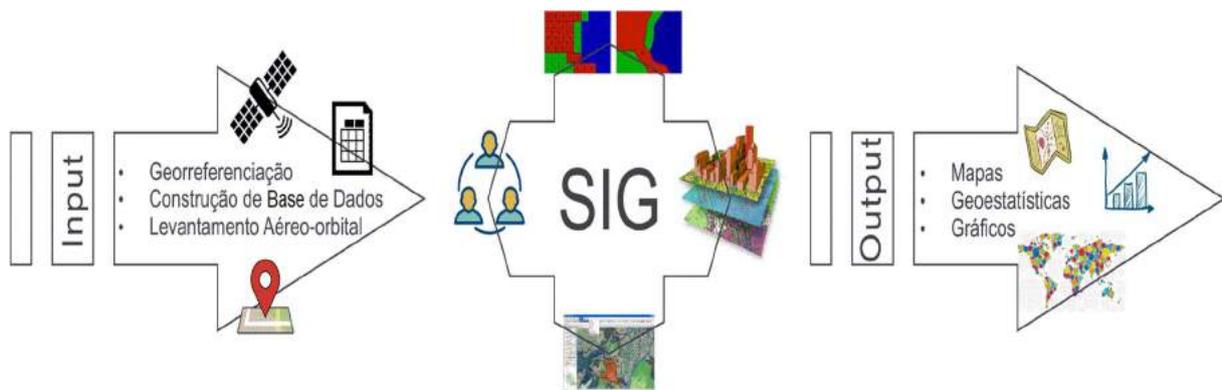
A informação que compõe os SIG corresponde a estratos que representam, através de dados, as dinâmicas naturais e sociais, podendo ser armazenadas, processadas e disponibilizadas em análises, com a finalidade de responder a questões e necessidades socioambientais. Os processos de captação de dados, de processamento e de representação cartográfica, envolvem diversos segmentos e instrumentos de entrada e de saída de informação, que possibilitam diversas interfaces e ampliam horizontes metodológicos e técnicos (Shekhar e Xiong, 2018).

Os SIG não se limitam às práticas cartográficas, mas estabelecem também interfaces com outras áreas e, a partir delas, podem acolher as respetivas informações e dar-lhes um sentido geográfico, localizando-as a partir dos sistemas de coordenadas geográficas.

Na estrutura dos SIG observa-se basicamente três componentes: 1 – Espaço, componente que se refere à localização dos fenómenos e processos geográficos; 2 – Atributos, que se referem ao conjunto de características físicas e sociais dos elementos e objetos componentes da paisagem; e 3 – Metadados, componente que descreve os elementos espaciais e não espaciais, garantindo a correta correlação entre os elementos no SIG (Brito e Rosa, 1994; Harvey, 2015).

As funções básicas dos SIG são a aquisição, armazenamento e extração de informações (Figura 25). A aquisição da informação segue, normalmente, os métodos para a alimentação da base de dados através da georreferenciação e inserção de atributos alfanuméricos na forma de tabelas. O armazenamento da informação consolida-se no formato vetorial ou matricial. A extração da informação acontece a partir da consulta dos atributos, através da base de dados, permitindo a visualização e a identificação dos elementos espaciais com a circunvizinhança nas suas relações de proximidade, possibilitando a construção de mapas, geoestatísticas e gráficos.

Figura 25 – Estrutura e funcionamento dos SIG



Fonte: Elaboração própria realizada em setembro de 2019.

Os SIG têm-se relacionado historicamente com algumas outras plataformas de *software*, como por exemplo o *Computer Aided Design* (CAD), devido à sua capacidade de representação gráfica. As plataformas de digitalização de mapas analógicos e os produtos em imagens feitas por DR, afirmam-se como instrumentos de análise e gestão, capazes de assegurar eficiência nos modelos de organização espacial, ocupando pouco espaço físico nas instituições e dando fácil acesso aos processos de gestão da informação, identificando-a e disponibilizando-a à população. Possibilitam ainda um maior conhecimento das características territoriais e ajudam na comunicação interinstitucional entre técnicos, gestores e cidadãos, tornando possível um ordenamento territorial e uma maior integração de políticas públicas (ambientais, florestais, turísticas, industriais e/ou culturais).

Comumente, um bom SIG, envolve uma estrutura em *hardware* e em *software*, capaz de estabelecer interfaces e processar uma grande quantidade de informação num curto espaço de tempo. A sua capacidade de direcionar análises, de sobrepor dados e de desenvolver soluções tem sido o ponto focal das funcionalidades dos SIG. Entre as potencialidades para trabalhar em plataforma SIG destaca-se a facilidade na mistura de dados e interconexão de informação, a espacialização de dados, a rapidez na

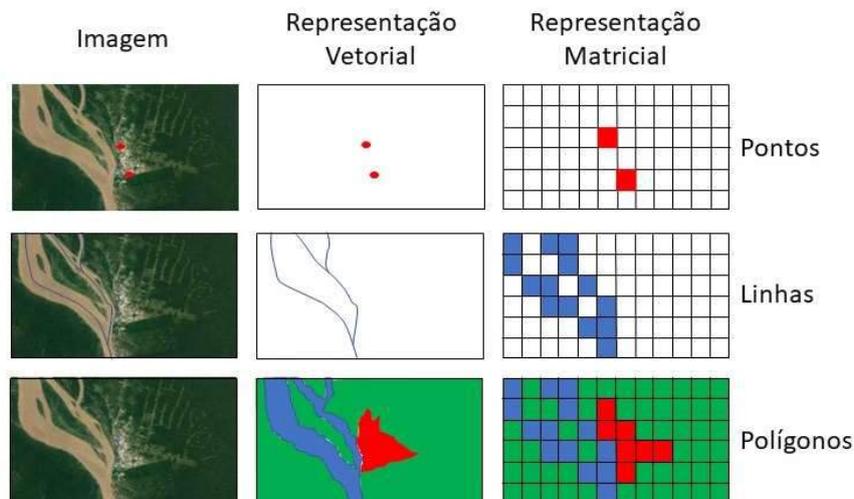
atualização de dados, o baixo custo na construção de modelos e a avaliação de dados (Remoaldo *et al.*, 2017).

Para o desenvolvimento de boas plataformas SIG, é necessária a construção de modelos que representem, em linguagem lógica, as realidades espaciais dos problemas, bem como as suas diversidades e complexidades inerente aos fenómenos geográficos. Essa linguagem é importante para a definição de classes, categorias analíticas, propriedades e funções dos objetos e correlação espacial entre os elementos cartografados. Entre os elementos importantes na definição da linguagem cartográfica em ambiente SIG, destacam-se os termos: Objeto (representação virtual do fenómeno espacial real); *Feature* (conjunto da entidade e do objeto); Tipo do Objeto (ponto, linha, polígono ou *pixel*) e *Layer* (separação lógica das informações de acordo com os tipos de objetos).

Apesar das potencialidades dos SIG, ainda há alguns desafios para o pleno desenvolvimento da cartografia digital, na procura por soluções às problemáticas geográficas e de outras áreas do conhecimento. Destacamos a necessidade de recolher dados geoespaciais de maneira contínua e agregá-los às bases de dados cotidianamente. Também as limitações para um processamento dos dados de forma regular considerando a diversidade espacial e temporal dos dados e as carências para o alcance das informações até ao utilizador final, em produtos cartográficos digitais ou hospedados na *web*, de modo a alcançar, simultaneamente, e com linguagem simples, o maior número possível de utilizadores (Yue *et al.*, 2013; Remoaldo *et al.*, 2017).

Quando é considerado um SIG, os dados apresentam informação descritiva ou espacial que pode ser representada a partir de um conjunto vetorial (polígonos, linhas e pontos) ou matricial, em forma de *pixel* ou células contínuas, muitas vezes representada na forma de imagens de satélite, que são captadas por deteção remota (Figura 26). Os modelos vetoriais reproduzem basicamente um conceito cartográfico bidimensional e são compostos por elementos estáticos e com fronteiras bem definidas, onde cada elemento vetorial tem definidos os seus respetivos atributos e informações precisas do seu posicionamento na superfície a ser mapeada. A representação matricial associa-se ao conceito de grelha (*grid*) e é constituída por células (*pixel*), ordenadas de forma cartesiana, com eixos nas abcissas e nas ordenadas (X, Y), tendo forma regular e relacionando-se com um único valor ou índice. Não está delimitada a um só lugar, nem possui contornos rígidos. A representação matricial depende dos valores, da amplitude ou da concentração do fenómeno geográfico em cada ponto do espaço mapeado, sendo a sua complexidade inversamente proporcional ao tamanho do *pixel* (Grancho, 2005).

Figura 26 – Tipologia de representações cartográficas



Fonte: Elaboração própria realizada em outubro de 2019.

A opção pela representação vetorial ou matricial depende dos objetivos e pretensões dos mapeamentos e dos tipos de dados disponíveis para a construção dos mapas. A representação vetorial é mais rápida, eficiente e não repetitiva. Os vetores são diretos e vinculam-se às características geográficas dos elementos que compõem a paisagem e que estão inseridos em dados alfanuméricos, compondo as tabelas, na base de dados. As representações matriciais são mais detalhadas, estruturadas, e permitem a captação de dados com elevado nível de precisão, obtendo normalmente dados por detecção remota e digitalização por *scanner*.

Grande parte dos primeiros SIG eram baseados em representações matriciais, com dados obtidos através da digitalização de mapas analógicos e baseavam-se numa abordagem de sobreposição de camadas e uso de métodos fotográficos para a realização de análises espaciais (McHarg, 1971). O CGIS canadiano representa um exemplo, embora também tivesse funções para a representação vetorial. Nos Estados Unidos da América, destacaram-se como SIG, preponderantemente matriciais, o *Minnesota Land Management System* (MLMIS) e o *Land Use and Natural Resources Inventory of New York State* (LUNR) (Foresman, 1998).

Embora a representação vetorial tenha ganho força com a popularização do ARC/INFO, da ESRI, os sistemas matriciais retomaram a sua importância quando em 1972 foi lançado o primeiro satélite de detecção remota (*Landsat*), que possibilitou uma nova procura por ferramentas para análises espaciais a partir de imagens, e ao mesmo tempo deu destaque à possibilidade de aquisição de dados da superfície

terrestre, com relativa precisão, resolução espacial e temporal, dando possibilidade a estudos comparativos e com séries históricas.

A construção dos modelos espaciais no ambiente SIG pressupõe a abstração e simplificação da realidade a ser mapeada. Os elementos gráficos, que compõem os mapas, representando os objetos ou fenômenos da realidade espacial, podem ser representados por elementos gráficos discretos (*e.g.*, edifícios, escolas, bancos, lojas, redes hidrográficas, redes viárias, regiões e municípios) ou por elementos gráficos em superfícies contínuas (*e.g.*, temperatura, altitude, humidade, salinidade e pluviosidade).

Os comandos e funções de análise espacial possibilitam a visualização dos mapas, das imagens de satélite ou das fotografias aéreas, partindo da capacidade técnico-interpretativa do profissional e da rapidez de processamento do SIG na identificação de padrões geográficos e dos elementos componentes da paisagem (cor, forma, textura, repetição, espacialização, distanciamento e profundidade) (Tenedório, 2001; Tomlin, 2013). Estes elementos visuais possibilitam medições multiespectrais sistematizadas e estruturadas que ajudam na construção de dados e informação sobre os espaços e as paisagens geográficas. Nas composições coloridas, as imagens de satélites apresentam disparidades em tons de cores vermelhas, verdes e azuis (cores primárias) e possibilitam a composição de outros tons de cores secundárias criadas a partir das cores primárias (Tenedório, 2001; Rocha e Tenedório, 2018).

Além das representações vetoriais e matriciais que são representativas das dimensões planialtimétricas e tridimensionais, há investigações e alguns avanços nas representações quadrimensionais. Nos últimos anos, tem-se observado o crescimento de tecnologias que visam atender aos interesses de construção de ambientes geográficos virtuais. Essas novas técnicas, representativas do espaço, são integrativas sob o ponto de vista da visualização multidimensional, simulação de fenômenos e participação pública construindo tendências como *Web* geoespacial, SIG na nuvem e SIG de Realidade Aumentada e de tempo real.

Existe, assim, uma mudança de paradigma entre uma cartografia produzida pelos Estados e órgãos públicos para uma nova tendência de produção de informação que tem como principais atores a sociedade e as instituições privadas. Nesse novo modelo, vemos mais ainda a complexidade na construção e gestão da informação onde é difícil diferenciar os produtores e os consumidores da informação (Budhathoki, Bruce e Nedovic-Budic, 2008; Lin *et al.*, 2013; Chakraborty *et al.*, 2015).

Além dessa perspectiva, as novas tecnologias em cartografia digital, podem originar novas disparidades sociais, desfavorecendo os mais pobres e que possuem uma baixa familiaridade tecnológica e um baixo

acesso à educação e à informação. Os indivíduos que vivem longe dos centros urbanos e tecnológicos e que se encontram distantes das redes informacionais e cibernéticas ou ainda os habitantes de países pouco desenvolvidos estão em franca desvantagem. Nesse sentido em vez de integrarem essas inovações podem excluir e deixar populações à margem do processo construtivo da informação dificultando-lhes o acesso e a sua participação na construção da diversidade informacional (Elwood, 2009; Maio e Setzer, 2011).

As dificuldades que se observam na construção, gestão e análise de informação relativa à vulnerabilidade e risco têm sido uma realidade nas investigações socioambientais. Não obstante, nos últimos anos, têm sido notórias algumas mudanças de paradigma, com o advento das geotecnologias e a utilização mais frequente desses instrumentos, somados à disponibilização de informação sobre as ocorrências extremas e a consolidação de grandes bases de dados. Constata-se uma evolução no número de estudos que envolvem previsões e/ou intervenções em situações de vulnerabilidade, risco e desastre socioambiental (Mattedi, 2001; Sobral *et al.*, 2010).

As consequências dessa mudança, nos modos de investigar e desenvolver as pesquisas, possibilitam o surgimento de novas metodologias, que facilitem a previsão, a partir da monitorização, e a tomada de decisões mais acertadas em termos de planeamento (Tominaga, Santoro e Amaral, 2009; Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres, 2012).

Um exemplo disso é o que tem sido realizado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), no seu programa de desastres nas ciências da terra, quando tem realizado pesquisas e ações para a construção de modelos que possam prevenir riscos e desastres naturais. A agência americana passou a utilizar dados para a previsão de fenómenos extremos integrando-os em modelos e observações presenciais e desenvolvendo ações para a melhoria de esforços de resposta antes, durante e depois de eventos críticos. A agência tem agregado a esse modelo políticas de atendimento e capacitação e tem disseminado informação, através dos meios de comunicação, que chegam até aos consumidores finais, em áreas de perigo e ao mesmo tempo consciencializando o público-alvo (National Aeronautics and Space Administration, 2018).

Apesar dos avanços teórico-metodológicos ainda existem necessidades para uma maior sistematização na produção e no processamento da informação, nas diversas plataformas SIG e nas respetivas bases de dados (Brito e Evers, 2016). Essa condição contribui para que gestores e técnicos possam tomar decisões rápidas e eficientes. Essa sistematização deve juntar, construir e disseminar linguagens cartográficas para a população, de modo simples e de fácil compreensão, garantindo o acesso a um

maior número de pessoas e no menor tempo possível (Rashed e Pinkerton, 2014; Aye *et al.*, 2015, 2016).

Outro aspeto é a constante necessidade, nas plataformas SIG, de reavaliações, readequações e incorporação de nova informação e variáveis nas bases cartográficas e nas bases de dados. Estas devem possuir matrizes vinculadas às características e às diferenças entre os lugares, às paisagens, aos territórios e às populações estudadas. A readequação dos modelos deve seguir as dinâmicas e as mudanças observadas no espaço geográfico, redefinindo estratégias de forma flexível e que estejam de acordo com necessidades reais (Newig e Fritsch, 2009; Howlett, 2014; Newig *et al.*, 2016; Oliveira, 2017).

A necessidade de alteração, nas bases de dados, por parte de técnicos, cientistas, gestores públicos e agentes intervenientes, no processo de gestão do risco e da vulnerabilidade, concede aos SIG a peculiaridade de ser uma ferramenta dinâmica e versátil na gestão dos espaços de intervenção.

Outra característica importante observada nos SIG, sobretudo nos ambientados na *Web*, é a sua função de informar, construir e transmitir conhecimentos para além do espaço tradicional de ensino (Nuñez e Kiss, 2018; Xiang e Liu, 2018). Estas plataformas são de grande utilidade para a transmissão de informação aos gestores, agentes públicos e cidadãos, uma vez que reúnem uma série de bases cartográficas e variáveis que podem ser interligadas, cruzadas e manipuladas, para obtenção de prognósticos e cenários de risco, com vista à prevenção e/ou mitigação de danos. Apesar de em alguns casos serem complexas, devido às inúmeras variáveis que compõem as bases de dados, são excelentes ferramentas no entendimento dos riscos e das vulnerabilidades socioambientais (Okabe, 2016; Clarke, Franklin e Newing, 2018).

Nos SIG, o acesso às bases de dados permite o entendimento das dinâmicas territoriais, das vulnerabilidades e dos riscos, a formulação de respostas às problemáticas e a construção de uma cartografia temática. A capacidade de interligar variáveis possibilita aos seus utentes a capacidade de previsão e um olhar para uma ação em múltiplas escalas que podem considerar graus ou níveis de prioridades que eram até há pouco tempo impossíveis (Cova, 1999; Pinto e Garcia, 2005; Rosa e Ross, 2011).

Na sua essência, os SIG permitem formas diferentes de usos que se complementam em análises tanto na identificação das vulnerabilidades como na gestão e tipificação dos riscos e dos seus níveis de intensidade. Possibilitam ações e decisões com menor probabilidade de erros e centradas no controlo e

diminuição de impactos negativos causados por eventos extremos. Além do SIG ser uma ferramenta essencial para o apoio e gestão de riscos, é uma ferramenta importante na planificação espacial nos espaços urbanos, no âmbito ambiental e social possibilitando a promoção de espaços mais equilibrados em termos socioambientais (Figueiredo *et al.*, 2006; Lang e Blaschke, 2009; Brewer, 2015; Boulos *et al.*, 2017).

As plataformas SIG não são estanques. Pelo contrário, permitem atualizações constantes tanto nas bases de dados, quanto nas bases de representação espacial (cartas e mapas), podendo representar em tempo real e em modelos digitais, as transformações ocorridas no espaço real.

Para a gestão da vulnerabilidade e risco, os SIG permitem realizar basicamente três formas de gestão: prevenção, operação e simulação (Fedra, 1998; Contini *et al.*, 2000; Matějčiček, Engst e Jaňour, 2006; Cordeiro *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 2018).

- A. Gestão preventiva - com análise das cartas e mapeamento do uso e ocupação do solo, numa lógica de preparação de cartografia de risco.
- B. Gestão operacional - com a disponibilidade de toda cartografia para a gestão da crise com informação das áreas de risco e áreas vulneráveis, bem como as áreas seguras e estáveis.
- C. Gestão simulada - com o cruzamento de informação de variáveis disponíveis no sistema, capazes de construir cenários virtuais evolutivos para o entendimento dos processos e das possíveis ações passíveis de serem tomadas. Pressupõe a simulação do desenvolvimento das ocorrências, permitindo avaliar as possibilidades e os meios adequados para cada situação.

Na análise da vulnerabilidade e risco, os SIG podem ser usados numa perspectiva prospectiva para o controlo, ordenamento territorial e/ou segurança socioambiental, desconsiderando limites político-administrativos. Para tanto, é fundamental o planeamento da gestão do território, não apenas à escala dos municípios, mas também para além dos limites e das fronteiras existentes ou ainda, em níveis mais específicos e individuais, considerando unidades familiares ou residenciais (Harvey, 2015; Vouldjeff *et al.*, 2016; Hu e Wang, 2018).

Sobre este aspeto destaca-se a criação de consórcios interinstitucionais, ações bilaterais e formação de parcerias, sobretudo em áreas fronteiriças. Neste caso, as plataformas SIG não enfrentariam problemas nem ficariam limitadas nas análises, uma vez que as plataformas têm nas suas características a interface entre modelos e bases de dados diversas, além de poder trabalhar diferentes níveis de complexidade com um elevado número de variáveis e a um nível espacial diversificado. Enquadram-se em estudos

regionais (macro escalar) e em estudos locais (micro escalar) (Haklay, 2010; Burrough, McDonnell e Lloyd, 2015). Neste sentido, é possível o entendimento da vulnerabilidade e do risco numa análise integrada entre áreas municipais ou mesmo entre territórios pertencentes a países diferentes.

Entre as vantagens e limitações dos SIG em estudos de vulnerabilidade e risco, Carrara *et al.* (1995), Mesev (2008) e Klonner *et al.* (2016) destacam a:

- a) Capacidade para manipular dados espaciais e atributos em tempo simultâneo - a avaliação de risco deve incluir informações espaciais que caracterizem a localização de objetos e as suas propriedades, podendo ser representadas no ambiente SIG em forma de camadas (*layers*) separadas;
- b) Diversidade em dados geoespaciais - a análise da vulnerabilidade e risco necessita, na maioria dos casos, de diversas formas e tipos de dados (mapas altimétricos, mapas planimétricos e temáticos em geologia, uso e ocupação, fitologia, geomorfologia, pedologia, climatologia e hidrologia, mapas de inventários de riscos e mapas derivados de álgebras cartográficas e de observações de dados alfanuméricos), que se encontram formatados em tabelas, figuras digitais, mapas, fotografias aéreas, imagens de satélite, pesquisas de campo e relatórios técnicos;
- c) Flexibilidade e diversidade de funções de processamento e gestão de dados;
- d) Rapidez no processamento de dados e baixo custo financeiro;
- e) Elevada precisão dos dados em relação a processamentos manuais.

Embora os SIG sejam ferramentas úteis nas abordagens e estudos de vulnerabilidade e risco é desafiador a construção de modelos pois dependem da alimentação de dados precisos para o alcance de bons resultados e para a produção de mapas úteis na tomada de decisões, guiando ações e norteando políticas públicas.

2.4 As geotecnologias e as suas aplicações nos estudos de vulnerabilidade e risco na Amazônia

Atendendo à importância da deteção remota para os estudos de vulnerabilidade e risco na Amazônia, iniciamos este *item* com o recordar das suas características. A deteção remota pode ser definida como a ciência ou arte de obter informação sobre um objeto ou alvo, área ou fenómeno a partir da análise de dados obtidos por um dispositivo (sensor) e não estando em contato direto com o alvo. A recolha dos

dados pode ser obtida a partir da variação e distribuição do tipo de forças, de ondas mecânicas ou de ondas eletromagnéticas sobre os objetos investigados. Na construção da informação o processo depende de fontes de energia; de radiação eletromagnética; da interação com o alvo; do registo de energia pelo sensor; da transmissão, receção e processamentos dos dados; da interpretação e análise e da aplicação da análise à realidade (Campbell e Wynne, 2011; Lillesand, Kiefer e Chipman, 2015).

Os sensores passivos utilizam o espectro eletromagnético, compreendendo a faixa de comprimento de onda do visível até parte do infravermelho. Os sensores ativos utilizam parte do espectro relativo às micro-ondas e recorrem também à tecnologia de radar. Os sistemas de monitorização remota são especializados na recolha, visualização, armazenamento, classificação e manipulação de dados matriciais. Apresentam aplicação em ferramentas que fazem análises espectrais, com a possibilidade de classificação supervisionada ou automatizada e são importantes na produção cartográfica em extensas áreas e na recolha de informação de bases cartográficas.

Pode-se afirmar que a monitorização remota, em sentido amplo, iniciou-se em 1909, com Wilbur Wright, usando fotografias a bordo de uma aeronave, muito embora, antes desse período, balões e até animais fossem usados para a obtenção de fotografias. As duas grandes guerras contribuíram, em muito, para o desenvolvimento das técnicas de monitorização através de fotografias aéreas.

Na Segunda Guerra Mundial houve uma evolução das tecnologias e o surgimento de filtros com sensibilidade infravermelha, que colaboraram para a utilização e crescimento da monitorização remota, ampliando posteriormente as suas aplicações em diversas áreas. A deteção remota para uso civil, iniciou-se em 1930, sendo direcionada para a construção de mapas temáticos. Posteriormente, na década de 1960, passaram a ser utilizadas imagens de satélite para a análise do espaço, com técnicas e metodologias inovadoras, tendo a NASA, como agência de vanguarda.

As primeiras utilizações de deteção remota direcionaram-se para estudos agrícolas e para a monitorização de culturas em vastas áreas cultiváveis. Um exemplo foi o estudo desenvolvido pelo *Environmental Research Institute of Michigan* (ERIM), que desenvolveu um instrumento de *scanner* multiespectral para deteção e controlo de patologias nas culturas de milho nos EUA, operando na proporção do espectro visível e infravermelho próximo.

A necessidade de obter informação agrícola de forma periódica e em grandes áreas e o interesse da NASA em comercializar imagens de satélite, foram metas que deram propulsão ao desenvolvimento da

deteção remota e motivaram o desenvolvimento de investigações para a interpretação das imagens, correlacionando-as com os espaços e as condições dos terrenos que eram por elas representados.

A NASA envolveu-se no desenvolvimento e financiamento de projetos para classificação de imagens baseadas no reconhecimento de padrões e contribuiu para a criação do *Laboratory for Agriculture Remote Sensing* (LARS). Este laboratório tinha a tarefa de investigar as aplicações das imagens de sensores remotos no desenvolvimento e acompanhamento da agricultura nos Estados Unidos da América. Paralelamente, em parceria com a Universidade da Califórnia, a NASA procurou desenvolver o uso de aplicações em ambientes de florestas e com a Universidade do Michigan, colaborou para o desenvolvimento de novos sensores multiespectrais.

A atual capacidade de obtenção remota de dados através de imagens de alta resolução, usando sensores de satélites, abre diversas possibilidades para o levantamento de informações primárias de dados nos SIG modernos. O baixo custo e as capacidades de construção de séries históricas induzem bons resultados em investigações de monitorização urbana, rural ou de áreas florestadas.

Tendo presente este aspeto, a vasta extensão da Amazónia, a sua complexidade geoambiental e a dificuldade de acesso a lugares mais distantes na floresta cerrada, colocam a tecnologia da monitorização remota como ferramenta de levantamento de informação e mapeamento rápido e com custos menores.

Na Amazónia, as principais fontes de dados têm sido extraídas de imagens de satélites do tipo *Landsat*, que apresentam uma resolução espacial adequada para estudos em mesoescala e/ou macroescala. São direcionadas para estudos de monitorização dos recursos naturais e ações antrópicas em áreas mais abrangentes como o desmatamento e a extração de madeira.

A partir de 2004, o sensor Modis, por ter uma resolução temporal maior, passou a ser utilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) na monitorização, em tempo real, dos desmatamentos na Amazónia. As imagens dos satélites Spot e CBERS também têm sido usadas para essa tipologia de estudos e, por terem maior resolução espacial do que o *Landsat*, são imagens direcionadas para estudos em áreas menores e que exigem uma resolução espacial maior e com nível de detalhe mais apurado, ligadas também a estudos de uso e ocupação e análise de recursos naturais.

Os radares também são outra fonte de informação importante, por serem capazes de observar através da cobertura de nuvens e da copa fechada da floresta. Considerando o elevado nível de humidade na Amazónia e a constante formação de nuvens na região, ligadas ao complexo dossel das árvores em mata fechada, colocam as tecnologias de radar como ferramenta diferencial na captação de informação

espacial e na análise geográfica da região (Asner, 2001; Souza *et al.*, 2003; Souza Filho *et al.*, 2006; Zhu e Woodcock, 2014; Hilker *et al.*, 2015).

A detecção remota tem-se afigurado como um instrumento que permite aos órgãos públicos e ONG a execução de políticas que procuram mitigar os impactos negativos da ocupação não planejada e do desenvolvimento sem sustentabilidade, colaborando na fiscalização em áreas protegidas e de preservação, e ao longo de toda floresta. Além disso, a detecção remota tem sido importante na identificação de áreas de risco ou áreas socio-ambientalmente vulneráveis, possibilitando a antecipação de ações e norteando políticas em gestão de risco, em prol das populações vulneráveis e em situação de emergência.

Em matéria de cartografia, a Amazônia ainda é pouco explorada e existem ainda poucos trabalhos de mapeamentos com alta resolução. Os trabalhos já executados são precários e de pouca expressão, muito embora os mapeamentos geológicos e de recursos naturais, realizados pelo projeto Radam Brasil, às escalas 1:250.000 e 1:100.000, no ano de 1997, ainda sejam considerados de grande referência para toda a Amazônia. Os processos de construção de imagens por radar possibilitam o alcance das alterações topográficas, das condições geológicas e dos aspectos erosivos ocorridos na vasta área amazônica. Mesmo em condições atmosféricas adversas o radar alcança, através de visão lateral, alvos que normalmente são de difícil representação (Graham e Moretzsohn, 1997).

Diversas técnicas de análise espacial podem ser desenvolvidas: fotointerpretação, análise de imagens em amplitude, estereoscopia, fusão de imagens, construção de mosaicos, composição multiespectral de imagens e utilização de Modelos Digitais de Terreno (MDT). Os Modelos Digitais de Terreno são um modelo contínuo da superfície terrestre, ao nível do solo, representando numa rede irregular de triângulos (TIN) os valores da elevação. Este tipo de representação é bastante funcional nos estudos ambientais, uma vez que fornecem uma visão tridimensional do terreno permitindo diversas análises de superfícies.

O desenvolvimento das tecnologias de detecção remota e a construção de novos sensores tem possibilitado uma maior integração de dados e variáveis em múltiplas escalas e períodos, nos estudos e análises espaciais concretizados na Amazônia. A cooperação técnico-científica entre o Brasil e a China auxiliou o desenvolvimento e a colocação em órbita de satélites que compõem a constelação Cbers e possibilitou a disseminação para a comunidade científica e órgãos públicos, de imagens de satélite a custo zero, com o objetivo de dar apoio às investigações científicas em recursos naturais no Brasil e na América do Sul.

Para além da constelação Cbers, e das suas imagens, o Brasil ainda dispõe de imagens de sensores aerotransportados (SAR-R99 do Sipam – Censipam), sensores orbitais óticos internacionais (*Landsat*, *Spot*, *Modis*) e das micro-ondas (ERS, Jers, Radarsat – 1, Envisat Asar) que colaboram para a aquisição de dados e estudos temáticos na Amazónia (Souza Filho *et al.*, 2006).

Outra geotecnologia que veio contribuir para a evolução da cartografia e das análises geográficas foram os sistemas de navegação por satélite sendo o mais conhecido deles o GPS. O sistema GPS (*Global Position System*), que é americano, é utilizado para determinar a posição de um aparelho recetor sobre qualquer ponto na superfície da Terra ou em órbita, ajudando na localização e marcação georreferenciada de factos, fenómenos e processos geográficos que podem ser informação para a composição de bases de dados nos SIG. Para além do sistema GPS, destacam-se também o *Glonass* (russo), o *Galileo* (europeu) e o *Compass* (chinês).

O sistema GPS foi concebido inicialmente para uso militar nos Estados Unidos da América, mas atualmente é usado em termos civis. O serviço fornecido para uso civil (*Standard*) possui propositadamente imprecisões, enquanto o de uso militar (*Precision*) apresenta uma maior precisão espacial. O segmento espacial é composto por um total de 24 satélites que em intercomunicação emitem sinal para o segmento de controlo e do utilizador. O segmento de controlo é formado pelas estações terrestres distribuídas pelos continentes e que são responsáveis pelo acompanhamento das órbitas dos satélites. O segmento do utilizador consiste no conjunto de recetores que captam os sinais emitidos pelos satélites. O aparelho recetor descodifica as transmissões dos sinais emitidos pelos satélites e calcula a posição com base nas distâncias entre os satélites e o recetor. A posição é dada através de latitude, longitude e altitude, em coordenadas geodésicas.

A importância de um sistema de navegação por satélite ocorre quando é possível, a partir dele, recolher dados no terreno, para posterior utilização ao introduzir tais informações nos SIG. A maioria dos levantamentos de dados primários são obtidos com esta tecnologia e são de suma importância para o desenvolvimento, construção e disseminação de informações geográficas georreferenciadas.

Na Amazónia, apesar das limitações técnicas de interferência na receção do sinal GPS, devido à existência de floresta fechada e da pouca acessibilidade tecnológica dos povos indígenas, observa-se a construção por parte dos povos tradicionais, de informações georreferenciadas que servem de base para a construção da cartografia amazónica. A delimitação de áreas indígenas e de reservas florestais, a georreferenciação de espécies vegetais ameaçadas de extinção, a delimitação de áreas desmatadas ou

de focos de queimadas e até a construção de cartografias sociais, de espaços sagrados e de significado para a cultura indígena, são possíveis de serem concretizadas a partir do uso do GPS.

Apesar de os mapeamentos serem possíveis a partir de DR, a tecnologia GPS contribuiu para complementar os mapeamentos na Amazônia. Ações como qualificações e treino junto das comunidades podem contribuir para a construção de mapeamentos participativos.

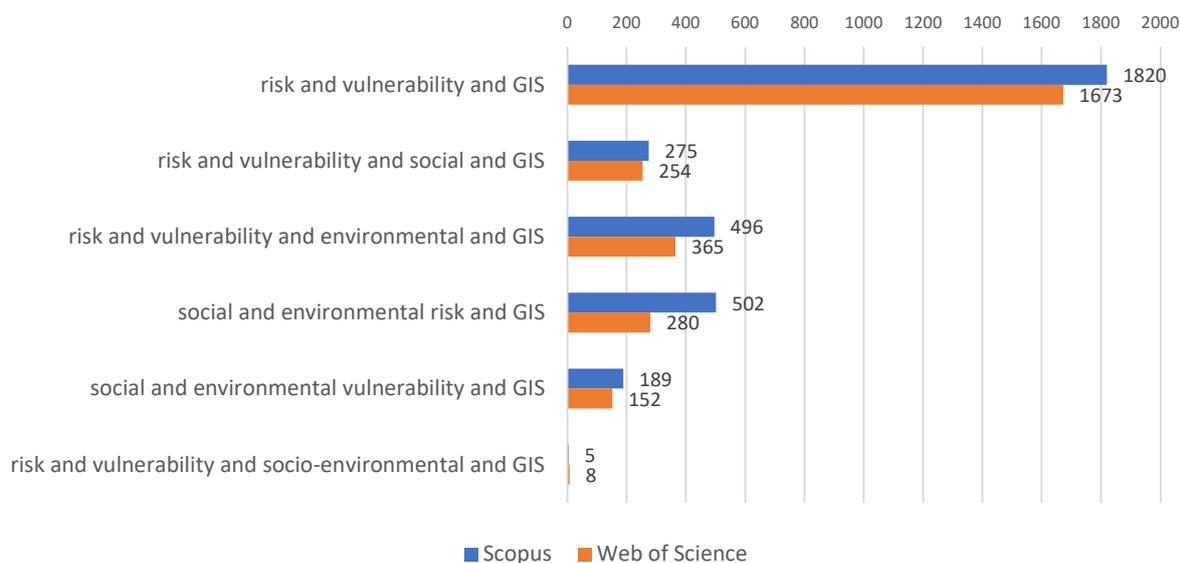
2.5 Análise estatística e comparativa das investigações sobre vulnerabilidade e risco com uso dos SIG

Considerando a importância para um levantamento bibliográfico e estatístico sobre a utilização dos SIG como ferramenta de análise nos estudos que envolvem vulnerabilidade e risco, realizou-se um levantamento nas bases de dados bibliográficas Scopus e Web of Science, tal como o fizemos no capítulo 1 da presente tese.

A pesquisa foi realizada em setembro de 2019 e agregou todas as publicações entre 1990 e 2019, considerando os títulos, resumos ou palavras-chave onde os termos *vulnerability*, *risk* e *GIS* eram apresentados. Na Scopus o resultado para “vulnerability, risk and GIS”, foi de 1.820 artigos, enquanto na Web of Science foi de 1.673 artigos (Figura 27). A Scopus assume-se como a plataforma onde aparece o maior número de publicações, exceto na temática “vulnerabilidade e risco socio-ambiental e SIG”, onde se observaram apenas 5 publicações na Scopus e 8 publicações na Web of Science.

Procurou-se segmentar os estudos entre as categorias social, ambiental e socioambiental que utilizam os SIG como instrumento de investigação, e comprovou-se que os estudos envolvendo questões ligadas ao risco e à vulnerabilidade ambiental eram superiores em termos quantitativos (496 artigos na Scopus e 365 na Web of Science), aos estudos envolvendo risco e vulnerabilidade social (275 artigos na Scopus e 254 na Web of Science). Esse quantitativo segue a tendência dos investigadores das Ciências Ambientais, na maior utilização dos SIG, para o entendimento das problemáticas naturais. Quando se considerou o risco e vulnerabilidade socioambiental, os estudos envolvendo a categoria risco são em maioria em relação aos estudos envolvendo a categoria vulnerabilidade, uma vez que o risco envolve e contém a categoria vulnerabilidade. Por último, constatou-se a baixa expressão numérica dos estudos que utilizam os SIG para o entendimento das questões envolvendo risco e vulnerabilidade socioambiental (5 artigos na Scopus e 8 na Web of Science).

Figura 27 – Distribuição do número total de publicações com uso de SIG na base Scopus e na base Web of Science e respetivas temáticas

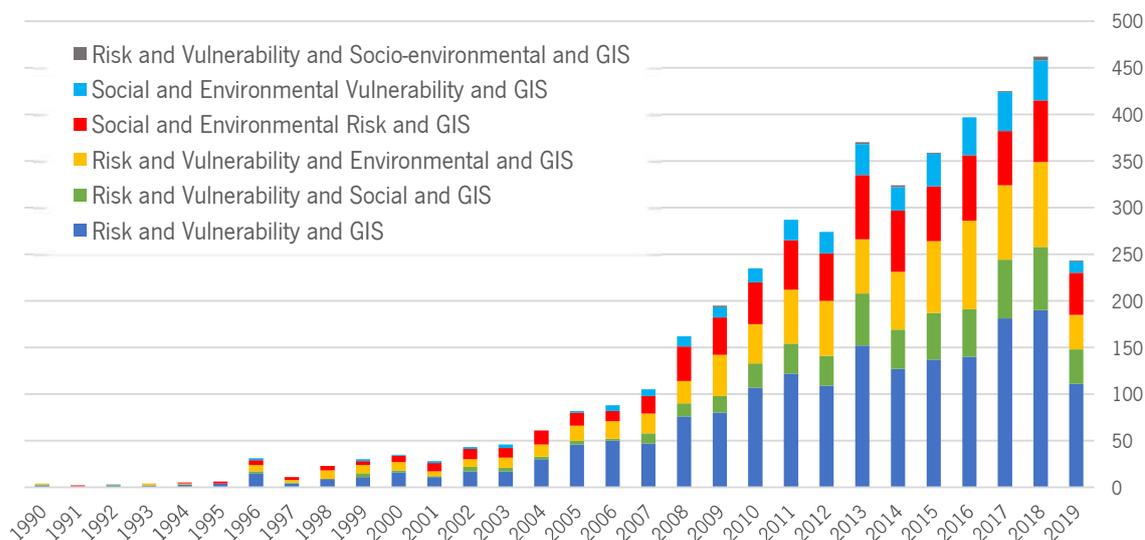


Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pelas bases bibliográficas Scopus e Web of Science em setembro de 2019.

Considerou-se o recorte temporal a partir de 1990, por ser esse o ano em que se observou mundialmente o despontar para o uso das tecnologias dos SIG nas diversas áreas do conhecimento e a década de 1990 corresponde à fase competitiva e comercial dos SIG (que abordámos no tópico 2.2 deste capítulo), onde foi observado o crescimento das capacidades técnicas do geoprocessamento, a melhoria nas competências de recursos humanos operacionais nos ambientes SIG e o crescimento e consolidação das empresas de *software*. Também o crescimento do número de investigações que tinham como ferramenta de análise os SIG e as suas conseqüentes publicações de resultados nas plataformas científicas, inclusive nas duas consideradas nesta análise.

Observa-se através da Figura 28, a linha de crescimento das investigações envolvendo os sistemas de informação e os estudos de vulnerabilidade e risco. Na década de 1990, destaca-se o ano de 1996, que comparado com os restantes anos revelou um maior número de artigos, sendo a grande maioria sobre questões ambientais. No final da referida década e início dos anos 2000, operou-se um constante crescimento, com poucas oscilações, das investigações e de trabalhos envolvendo os SIG. O ano de 2019, por não ter sido analisado na sua totalidade, apresentou dados preliminares. Isto explica a discrepância da altura da coluna em relação ao ano de 2018. Assistiu-se, na última década, à duplicação do número de artigos publicados usando os SIG.

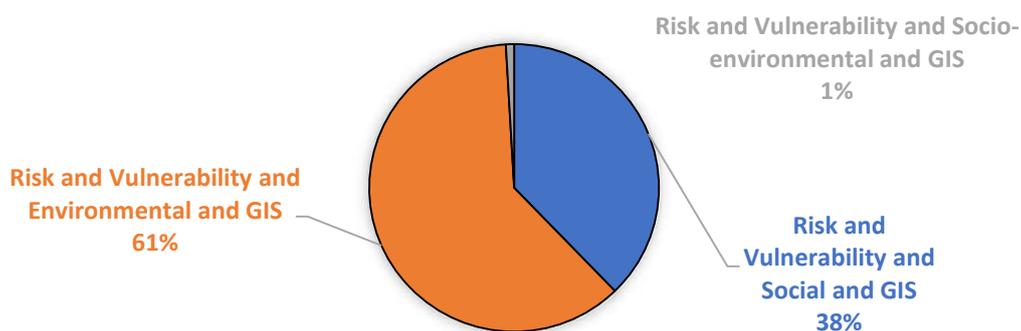
Figura 28 – Distribuição do número total de publicações com uso de SIG ligadas à base Scopus e à base Web of Science e respetivas temáticas, segundo o ano de publicação



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pelas bases bibliográficas: Scopus e Web of Science em setembro de 2019.

A partir da Figura 29 observa-se que mais de metade (61%) das publicações foca as questões ambientais, seguindo-se 38% dos trabalhos com enfoque em questões sociais. As investigações com foco na observação dos aspetos socioambientais, com estudo integrado de variáveis humanas e físicas, compreenderam apenas 1% dos trabalhos publicados nas duas plataformas.

Figura 29 – Percentagem do número de publicações, com uso de SIG, ligadas à base Scopus e à base Web of Science, segundo a temática

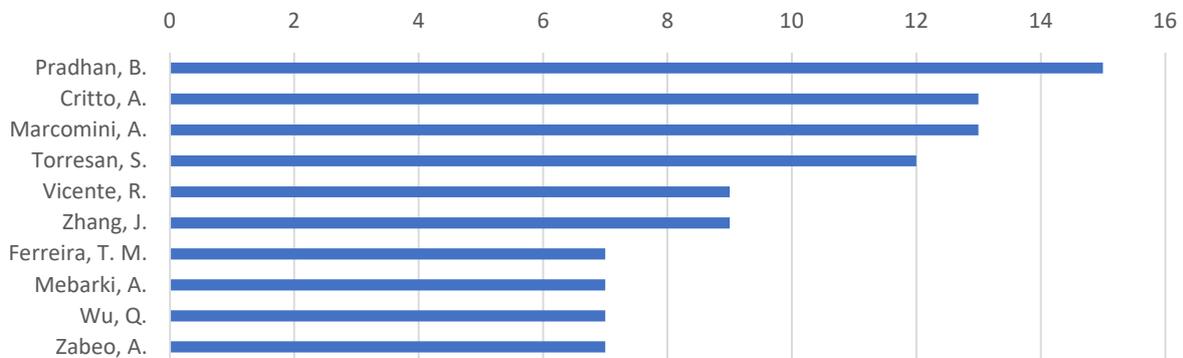


Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pelas bases bibliográficas: Scopus e Web of Science em setembro de 2019.

Em relação à autoria dos artigos, a Figura 30 patenteia os principais estudos que envolvem Sistemas de Informação Geográfica, nas análises de risco e vulnerabilidade, com destaque para Biswajeet Pradhan

(2010). Sobressaem também Andrea Critto (2009), Antonio Marcomini (2003), Silvia Torresan (2017), Alex Zabeo (2017), Romeu Vicente (2016), Ji-Quan Zhang (2010) e Ahmed Mebarki (2015).

Figura 30 – Distribuição do número de publicações com uso dos termos *risk*, *vulnerability* e *GIS*, segundo os principais autores



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela Scopus em setembro de 2019.

Os autores que mais publicam artigos envolvendo ferramentas SIG, na investigação de risco e vulnerabilidade social, destacados na Figura 31, são:

- o professor Costas Armenakis (2013), especialista em fotogrametria, mapeamentos aéreos, mapas móveis e avaliação de riscos em áreas urbanas;
- Nicholas Cavanagh (2013), que aborda temas ligados a riscos em aglomerados urbanos, gestão de riscos em edifícios e modelagens de vulnerabilidade humana em edifícios ocupados;
- Timothy W. Collins (2008), da Universidade do Texas, que desenvolve investigações sobre a exposição humana a poluentes, vulnerabilidade de imigrantes a risco de inundações e risco da poluição do ar na saúde humana;
- Colin Hickey (2019), que se interessa por metodologias quantitativas de avaliação de risco, integração de riscos para a agricultura e arquitetura de *software* para análise de riscos;
- Mohsen Alizadeh (2013), investigador em vulnerabilidade sísmica em áreas urbanas e decisão multicritério para avaliação de vulnerabilidade sísmica;
- Iuliana Armas (2012), professora na Universidade de Bucareste, que desenvolve investigação em mapeamentos de riscos naturais e urbanos;
- Sébastien Biass (2013), professor na Universidade do Havai e investigador de atividade vulcânica e das suas correlações com as atividades humanas, com avaliação de risco e vulnerabilidade baseados em SIG;

- Jorn Birkmann (2016), da Universidade de Stuttgart, que trabalha com questões climáticas, riscos e inundações rurais, assim como com métricas de resiliência comunitária e urbana;
- por fim, o professor Thomas Blaschke (2013) da Universidade de Salzburg, responsável por pesquisas ligadas a mapeamento de probabilidade de riscos, classificação de dados de DR, baseada em objetos e avaliação de risco com SIG.

Figura 31 – Distribuição do número de publicações com uso dos termos *risk*, *vulnerability*, *social* e *GIS*, segundo os principais autores



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela Scopus em setembro de 2019.

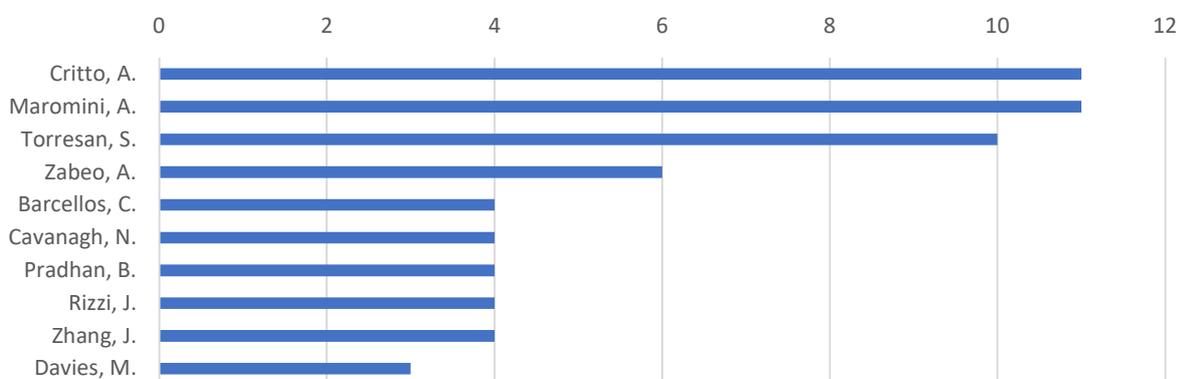
Os pesquisadores que realizam estudos de risco e vulnerabilidade ambiental, usando ambiente SIG, destacam-se, na Figura 32:

- os professores e investigadores da Universidade de Ca' Foscari, em Veneza, Andrea Critto (2009), Antonio Marcomini (2003), Silvia Torresan (2017), Alex Zabeo (2017) e Jonathan Rizzi (2013) que integram o Laboratório de Ciências Ambientais, Informática e Estatística;
- Christovam Barcellos (2009), filiado à Fundação Oswaldo Cruz, no Brasil, que se dedica a investigar desastres ambientais de atividade de mineração correlacionados com riscos para a saúde humana, análise espacial e geográfica da saúde em ambientes florestais e epidêmicos e consequências das vulnerabilidades ambientais na saúde da população;
- Michael J. Davies (2009), vinculado ao *Bartlett School of Environment, Energy & Resources*, do Reino Unido, e que se interessa por temas ligados à poluição urbana, mapeamentos urbanos habitacionais, saúde urbana e mudanças climáticas e modelagem cartográfica participativa para integração entre habitação, energia e bem-estar. Para além destes destacam-se outros que já foram mencionados anteriormente e que também aparecem no grupo que mais publica nesta temática.

Os investigadores que desenvolvem análises nas duas vertentes (social e ambiental) de vulnerabilidade e risco, baseando as investigações em plataformas SIG, são em número reduzido e, como consequência,

também se verifica uma baixa expressão no número de trabalhos que envolvem de forma simultânea as duas dimensões.

Figura 32 – Distribuição do número de publicações com uso dos termos *risk*, *vulnerability*, *environmental* e *GIS*, segundo os principais autores



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela Scopus em setembro de 2019.

O levantamento realizado na base Scopus revelou apenas cinco artigos que trataram esta temática. São investigações recentes e que têm as suas publicações a partir do ano de 2009, estudando áreas periféricas de países em desenvolvimento. Entre os autores, sobressaem:

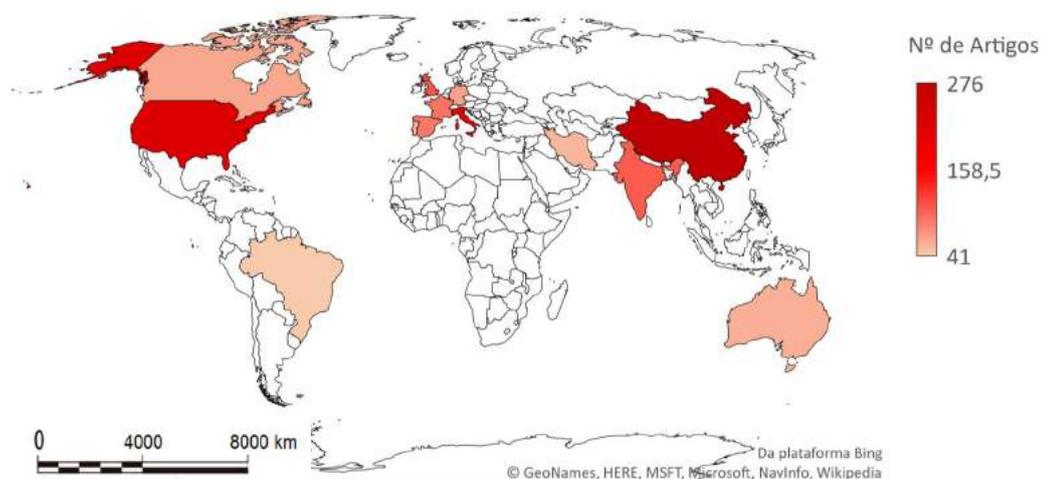
- Mehdi Boukri (2013), filiado no Centro Nacional de Investigação Aplicada em Engenharia Parasísmica, na Argélia, que desenvolveu um estudo de avaliação de vulnerabilidade sísmica em espaço urbano;
- Szymon Szewrański (2014), professor na Universidade Wroclaw de Ciências Ambientais e da Vida, na Polónia, que mapeou vulnerabilidades socioambientais para o risco de inundações e as resiliências da população envelhecida e pobre da cidade de Wroclaw;
- a professora María Inés Gamboa (2012), especialista em parasitologia, da Universidade Nacional da Prata, na Argentina, que investigou a distribuição espacial de parasitas intestinais, na cidade de La Plata, onde com a utilização dos SIG, conseguindo associar os níveis de pobreza à parasitose e identificando áreas de risco em saúde;
- o professor Humberto Prates da Fonseca Alves (2013), da Universidade Federal de São Paulo, que analisou vulnerabilidades socioambientais em Cubatão (São Paulo), integrando dados sociodemográficos e ambientais em plataforma SIG;
- e Ruy Cartier (2009), da Fundação Oswaldo Cruz, que avaliou a vulnerabilidade socioambiental, selecionando indicadores socioeconómicos, demográficos e de infraestruturas, procurando compreender

a correlação entre grupos vulneráveis e a sua proximidade espacial a áreas de risco e fontes de poluição industrial, na cidade do Rio de Janeiro.

Observa-se entre estes estudos, uma característica comum. São investigações desenvolvidas em países que apresentam baixos IDH, onde existem espaços de pobreza e níveis significativos de vulnerabilidade socioeconómica no seio da população.

Tendo em consideração a distribuição espacial (Figura 33), a China tem sido o país com o maior número de publicações em análise de vulnerabilidade e risco usando os SIG. Os Estados Unidos da América também têm contribuído com investigações usando essa ferramenta, seguindo-se os países europeus (Itália, Reino Unido, França, Espanha, Alemanha e Portugal). Destacam-se ainda os estudos indianos, seguidos dos do Canadá, Austrália, Irão e Brasil. Considera-se nesse *ranking*, as pioneiras contribuições dos Estados Unidos, Canadá e Inglaterra, na consolidação dos SIG, como ferramenta tecnológica de investigação e gestão do espaço, o que muito contribuiu para que estes países se instituíssem como referências.

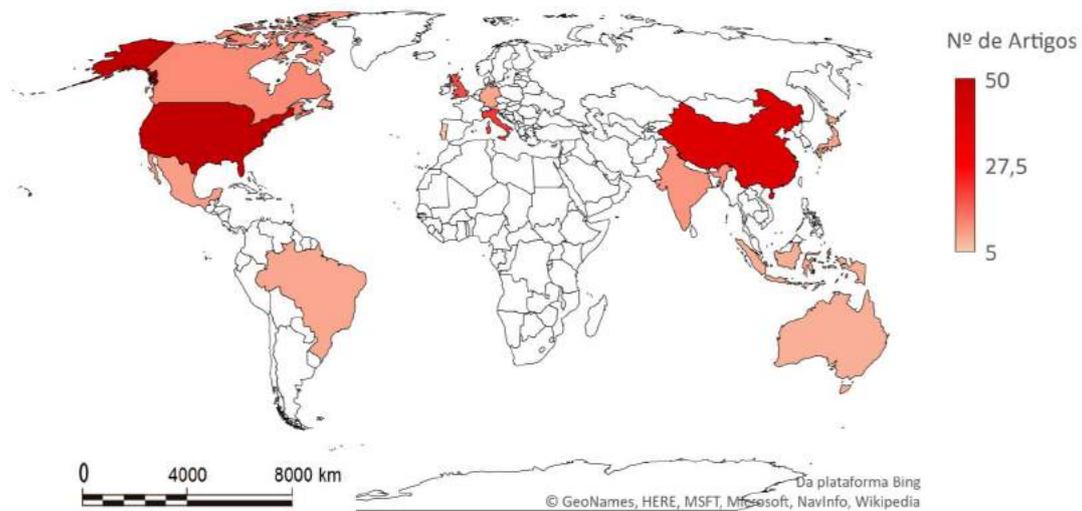
Figura 33 – Distribuição geográfica do número de publicações que usam SIG em análises de vulnerabilidade e risco, segundo os países



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela Scopus em setembro de 2019.

A Figura 34 revela as publicações com foco em vulnerabilidade e riscos sociais. Mantêm-se na vanguarda os estudos norte-americanos e chineses, seguidos pelos países anteriormente citados, muito embora outros passem a figurar no rol dos países que investigam temáticas de vulnerabilidade e riscos sociais, com é o caso do México, do Japão e da Indonésia.

Figura 34 – Distribuição geográfica do número de publicações que usaram SIG em análises de vulnerabilidade e risco social, segundo os países



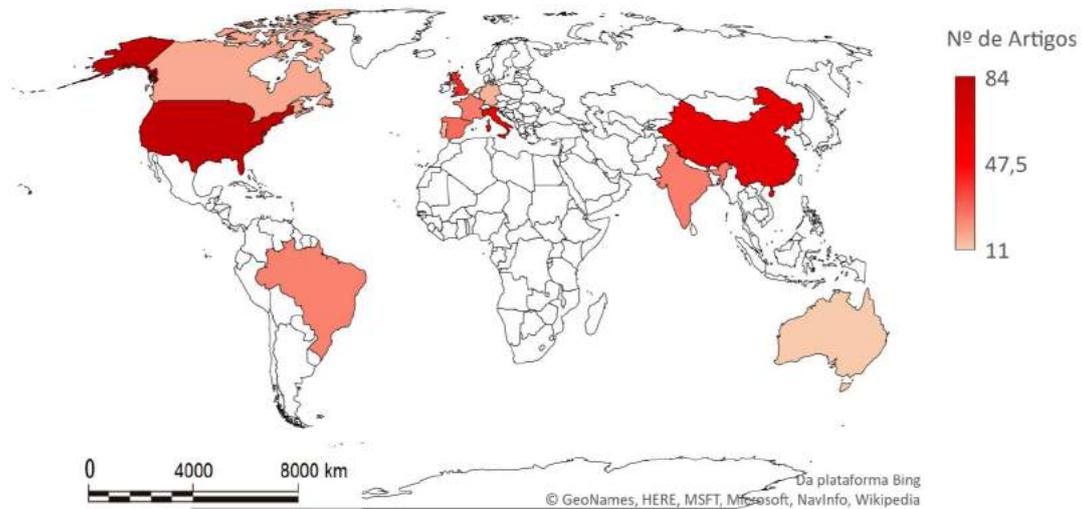
Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela Scopus em setembro de 2019.

Embora o Brasil apresente a maioria das suas investigações em SIG, focadas em temáticas ambientais e em análises de risco, o país destaca-se com os estudos de enfoque social, ultrapassando a Alemanha, o Japão e a Austrália, no número de artigos publicados. Essa realidade explica-se pelo esforço das universidades brasileiras, com cursos superiores em ciências sociais e humanas, optando pelo mapeamento das desigualdades, da pobreza e de áreas de risco nos grandes centros urbanos do Brasil.

Em relação aos artigos de cunho ambiental os Estados Unidos da América, a China, a Itália e o Reino Unido permanecem entre os países com maior número de publicações (Figura 35). Seguem-se a Espanha, a França e a Índia. Em oitava posição aparece o Brasil, seguido do Canadá, Alemanha, Portugal, Países Baixos e Austrália.

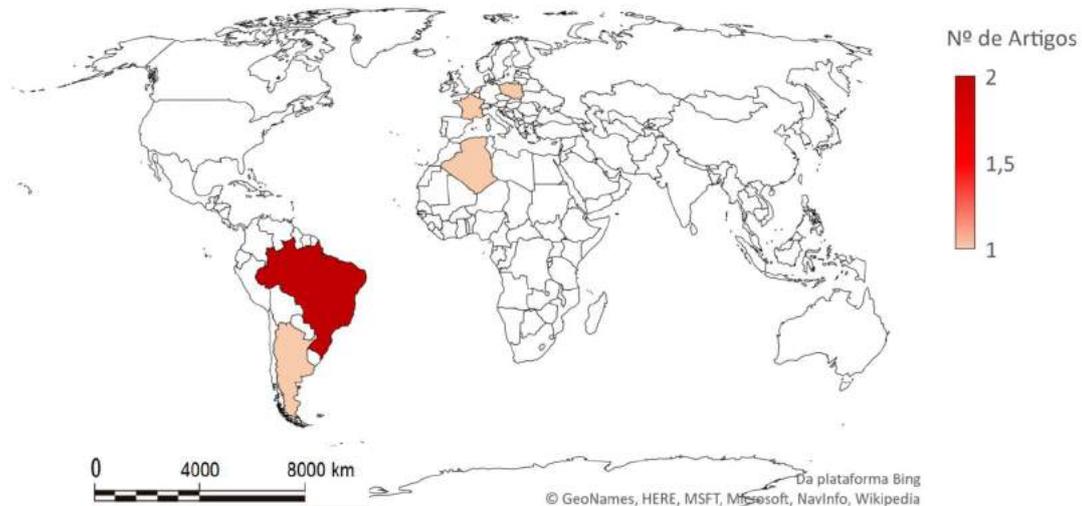
A Figura 36 confirma a participação do Brasil como pioneiro nas publicações que envolvem a vulnerabilidade e riscos socioambientais, com análise baseada em SIG, seguido da Argélia e da Argentina. É interessante observar que estes países não encabeçavam os estudos de vulnerabilidades e riscos específicos ou com temáticas segmentadas (ambiental ou social), mas quando consideramos estudos integrados sobre a vulnerabilidade e riscos, onde as análises são multirrisco, comprovou-se que os países sul-americanos e africanos passam a destacar-se como referências, muito embora ainda seja pouco expressivo o contributo em termos numéricos.

Figura 35 – Distribuição geográfica do número de publicações que usaram SIG em análises de vulnerabilidade e risco ambiental, segundo os países



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela Scopus em setembro de 2019.

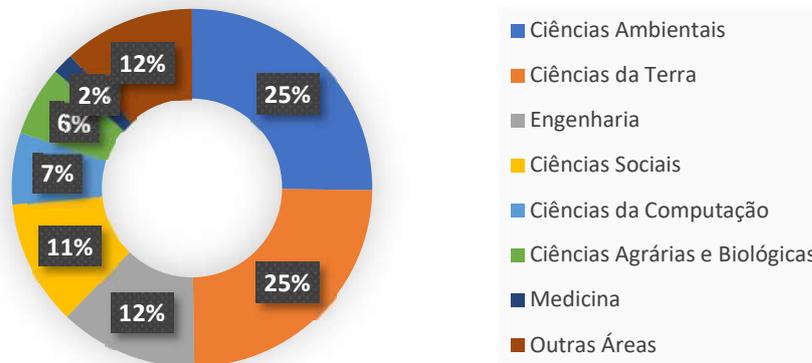
Figura 36 – Distribuição geográfica do número de publicações que usaram SIG em análises de vulnerabilidade e risco socioambiental, segundo os países



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela Scopus em setembro de 2019.

Para além destas análises, procurámos compreender também quais são as áreas científicas interessadas no uso dos SIG e na sua aplicação nos estudos de vulnerabilidade e de risco. Quando analisamos a temática “risco e vulnerabilidade” em termos genéricos, constatamos que as Ciências Ambientais e as Ciências da Terra detêm, juntas, 50% de todas as publicações (Figura 37). As Engenharias destacam-se com 12% do total das publicações ficando à frente das Ciências Sociais que apresentaram 11%.

Figura 37 – Percentagem de publicações que analisaram vulnerabilidade e risco, a partir dos SIG, segundo as áreas científicas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela Scopus em setembro de 2019.

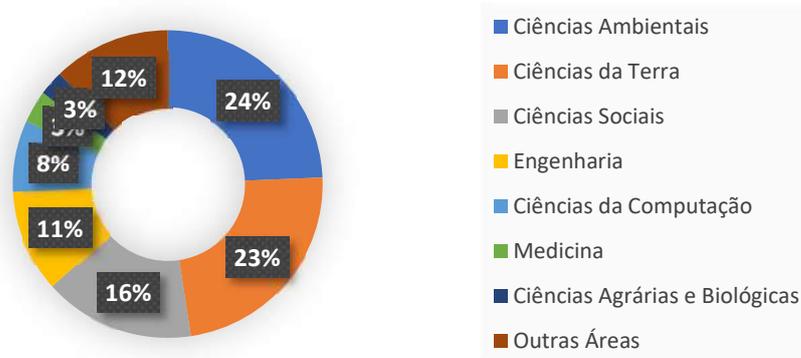
A Medicina (2%) tem estudado a vulnerabilidade e o risco de doenças epidêmicas e urbanas e tem realizado mapeamento de áreas de risco para contágio de patologias e correlacionando geograficamente a vulnerabilidade de populações com certos tipos de enfermidades. Para além destas áreas, há outras que têm colaborado em investigações e pesquisas, considerando que o tema é interdisciplinar e transversal. Neste aspeto verificou-se que 12% das publicações que usaram os SIG correspondiam às áreas da Física e da Astronomia, à Química, à Economia e Finanças, à Farmácia e à Psicologia.

A Figura 38 demonstra que as Ciências Ambientais (24%) e as Ciências da Terra (23%) continuam a estar entre as áreas que mais têm publicado revelando a sua capacidade em integrar temas sociais nas questões ambientais. As Ciências Sociais superaram as Engenharias (16% *versus* 11%), enquanto as Ciências da Computação compreenderam 8% dos trabalhos publicados com temáticas envolvendo aspetos sociais. As áreas médicas e as Ciências Agrárias e Biológicas contribuíram, cada uma, com uma percentagem de 3%.

A Figura 39, que corresponde às publicações com enfoque ambiental e que usaram SIG, destaca 34% das publicações vinculadas às Ciências Ambientais e 17% às Ciências da Terra. As Ciências Sociais concentraram 11% das publicações e as Engenharias 9%. Embora percentualmente as publicações da Engenharia, na componente ambiental, sejam inferiores às suas publicações na componente social (ver Figura 38), em números absolutos são mais significativas (88 artigos em vulnerabilidade e riscos ambientais e 55 artigos em vulnerabilidade e riscos sociais). As Ciências Agrárias e Biológicas representam 8% dos artigos publicados, correspondendo a um aumento da participação na temática do

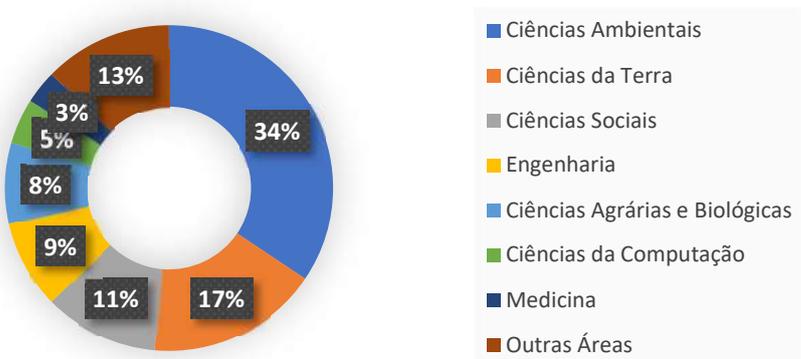
meio ambiente comparativamente com a percentagem da temática social (ver Figura 38). Este facto é compreensível pela proximidade desta área científica com a temática ambiental.

Figura 38 – Percentagem das publicações que analisaram vulnerabilidade e riscos sociais, a partir dos SIG, segundo as áreas científicas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela Scopus em setembro de 2019.

Figura 39 – Percentagem das publicações que analisaram vulnerabilidade e riscos ambientais, a partir dos SIG, segundo as áreas científicas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pela Scopus em setembro de 2019.

Apesar das percentagens das Ciências da Computação (5%) e da Medicina (3%) serem mais elevadas em vulnerabilidade e riscos ambientais, comparando-as com as da vulnerabilidade e riscos sociais, em termos de números absolutos, constata-se um maior número de artigos destas áreas, vinculados a estudos com componentes ambientais (Ciências da Computação com 38 artigos com foco social e 41 artigos com foco ambiental; Medicina com 17 artigos de temática social e 30 artigos com tema ambiental).

2.6 A vulnerabilidade integrativa nos ambientes SIG

A vulnerabilidade enquanto elemento de investigação científica consiste numa abordagem interdisciplinar e integrada entre as Ciências Sociais e Naturais, no entendimento das situações em que os grupos humanos e os lugares são colocados em risco, em função dos perigos e dos fatores que aumentam ou diminuem a capacidade de resposta e de resiliência socioambiental (Cutter, 2003; Almeida, 2011; Almeida, Welle e Birkmann, 2016; Willis e Fitton, 2016).

Nesse contexto de investigação integrativa, os ambientes SIG e as geotecnologias são a base para que tais análises sejam realizadas, considerando a exposição ao risco (vulnerabilidade física), a propensão social para o risco (vulnerabilidade social) e a intersecção dessas duas vulnerabilidades numa análise de abordagem local, construindo uma paisagem dos riscos (*hazardscape*) e ajudando no entendimento das tipologias de impactes dos riscos sobre o lugar e os seus residentes (Cutter e Finch, 2008; Cutter, 2011; Willis e Fitton, 2016).

A base empírica para a estruturação e planeamento de políticas que visem a redução dos riscos fundamenta-se no estudo, modelação e desenvolvimento de medidas (métricas) para análise das vulnerabilidades. A composição dessas medidas deve estar ligada aos fatores que influenciam nas capacidades locais de preparação de resposta e resiliência (Almeida, 2011; Hummell, Cutter e Emrich, 2016).

Apesar da importância do entendimento da vulnerabilidade e risco originados num sistema natural, observa-se uma análise de maior valor quando se inclui, nesse entendimento a interação desses processos com o sistema social. Através dessa integração podemos chegar a uma melhor compreensão dos níveis de impactes sobre a população (Cutter e Finch, 2008; Almeida e Carvalho, 2010; Willis e Fitton, 2016).

De igual modo, os estudos sobre vulnerabilidades devem examinar as intersecções entre as dinâmicas sociais, dinâmicas infraestruturais e técnico-científicas, em que as populações estão inseridas, tais como: infraestruturas de barragens, diques, portos, aeroportos, redes urbanas e viárias, estruturas habitacionais, sistemas e saúde e educacional, modos de vida e de ocupação e uso do solo (Cutter, Burton e Emrich, 2010; Cutter, 2012; Atreya e Kunreuther, 2016).

As vulnerabilidades têm a sua génese na capacidade de perda e/ou de impacte negativo que estas dinâmicas têm nas populações, quando os espaços (lugares) não são seguros, nem sustentáveis. É fundamental, no estudo das vulnerabilidades, o conhecimento espacial e a análise à escala local, uma

vez que as suscetibilidades são locais. É à escala do lugar onde são verificados os riscos, os problemas sociais, os conflitos e os impactes. É natural que as ações mitigadoras e as respostas imediatas também devam ocorrer no lugar (Lewis e Kelman, 2010; Spink, 2014; Alves *et al.*, 2015).

A partir da ciência da vulnerabilidade apropriando-se dos instrumentais cartográficos, observa-se como um mesmo facto ou fenómeno produz impactes muito diferentes em áreas relativamente adjacentes. O estudo das vulnerabilidades fornece instrumentos que permitem investigar a forma como as dinâmicas sociais interferem nas dinâmicas naturais e no ambiente construído, redistribuindo de forma diferenciada os riscos e os prejuízos após fenómenos intensos (Cutter, 2006b, 2011; Almeida, 2011; Almeida, Welle e Birkmann, 2016).

Para análises comparativas entre lugares são necessárias medidas consistentes. Deste modo, ver-se como sendo fundamental, o conceito das métricas no estudo das vulnerabilidades. A capacidade sistemática para a comparação entre lugares ou áreas, no que se refere às suas vulnerabilidades, é uma componente importante e, portanto, necessária para que o estudo seja realizado em ambiente SIG.

Para tanto é preciso a construção de índices, a composição de *rankings*, a ponderação de pesos, nas possíveis variáveis estudadas e a relação desses dados com os espaços, lugares e paisagens, sendo imprescindíveis para o entendimento do comportamento das dinâmicas socioambientais (Cutter, 2011; Freitas e Cunha, 2013; Zucherato, 2018). É necessária a realização de estudos que identifiquem e classifiquem os problemas, coordenem ações e forneçam dados, a partir de formulários padrões e registos estatísticos, que possam ser comparados de forma consistente, possibilitando avaliações e norteando ações.

Devem ser realizadas revisões periódicas das ações, possibilitando o intercâmbio de informação e a transferência de conhecimento entre níveis governamentais e setores sociais. No campo dos recursos humanos, são precisos treinos e intercâmbios interpessoais e interinstitucionais como forma de sociabilização e transferência de informação para decisões acertadas. Os atores envolvidos devem ser capazes de identificar os grupos vulneráveis, as hipóteses de risco e o tipo de necessidades de informação.

As dinâmicas e condicionantes ambientais, que contribuem para o entendimento dos riscos, tem normalmente informações advindas das Ciências Naturais. É importante que sejam realizadas análises do ambiente ocupado, das formas de ocupação e dos tipos de infraestruturas ou edificações. A partir da identificação e avaliação destas estruturas e de acordo com os riscos e níveis de vulnerabilidade, deve-

se aumentar a monitorização ou reduzir a exposição numa área. As unidades de medida podem ser: individuais (um indivíduo, um grupo familiar, uma estrutura); grupais (grupos sociais, bairros e infraestruturas); ou espaciais (um município, uma freguesia, um Estado ou outra unidade político-administrativa), de modo que o ambiente social e os dados físicos estejam correlacionados (Hummell, Cutter e Emrich, 2016; Willis e Fitton, 2016).

Adicionalmente, na análise da vulnerabilidade e risco, é necessário efetuar medições das condicionantes sociais e situações económicas, procurando recursos nas bases de dados socioeconómicos e demográficos, como fonte de informação secundária, elaborados a partir de censos por instituições públicas, ou organizações não-governamentais. É imprescindível o entendimento das variáveis de destaque para cada espaço e a submissão de procedimentos estatísticos para a redução do número de variáveis a um conjunto menor de elementos que descreva mais fielmente as vulnerabilidades (Cutter, 2011; Freitas e Cunha, 2013; Almeida *et al.*, 2017).

Observa-se na grande maioria dos estudos uma concentração de pesquisas e análises ligadas aos aspetos físico-ambientais, não considerando, muitas vezes, a vertente dos sistemas sociais e infraestruturais. Os estudos de risco estão associados, frequentemente apenas aos perigos de ordem natural e ambiental e não realizam uma inter-relação com variáveis económicas ou sociais. Essas tipologias de análise tendem a ocultar variáveis que são igualmente importantes para o entendimento da vulnerabilidade humana, e retiram o peso e responsabilidade das ações sociais e institucionais, naturalizando ou normalizando a vulnerabilidade. Por outro lado, existe também um número considerável de estudos sobre populações vulneráveis, muitos dos quais baseando-se em questionários, entrevistas e estudos empíricos posteriores aos desastres, que são realizados apenas no âmbito das Ciências Humanas e Sociais e que também desprezam a componente das dinâmicas naturais (Macgill e Douglas, 1987; Adger, 2006; Kuhnen, 2009; Alexander, 2011; Mendes, Tavares e Basto, 2011; Carmo e Guizardi, 2018).

O conceito de vulnerabilidade social é o que evidencia a propensão da população para os impactes negativos dos perigos e dos desastres. Ele identifica as características da população que são diretamente proporcionais à capacidade de preparação para ocasiões de perigo e a capacidade de resposta e resiliência a um acontecimento perigoso ou de desastre (Pelling, 2012; Oviedo e Czeresnia, 2015; Hummell, Cutter e Emrich, 2016). O conceito ajuda também na compreensão da distribuição dos riscos em relação aos grupos sociais e na sua distribuição espacial, quantificando-os, mensurando-os e

correlacionando-os. Isto significa que se deve estabelecer uma relação entre as populações vulneráveis e os ambientes naturais vulneráveis (Cutter, Boruff e Shirley, 2003; Cutter, 2006a; Cutter e Finch, 2008).

Uma abordagem integrativa da vulnerabilidade viabiliza uma mais completa avaliação de danos e um planeamento de ações que visam reduzir impactes negativos. A avaliação da vulnerabilidade, por si só, não reduz os desastres naturais ou os efeitos catastróficos dos riscos naturais. Portanto, é importante também, na mitigação dos desastres, considerar os aspetos sociais. São necessárias estratégias de gestão que possam equilibrar ações em danos materiais e humanos, com vista à minimização ou anulação dos riscos. Infelizmente ainda são pouco visíveis as tendências de gestão em que se consideram abordagens de estratégias combinadas de defesa contra os riscos.

É importante o uso dos SIG para cartografar planícies aluviais (e o perigo de inundação), áreas de inundação fluvial, perigos de deslizamento de terras, áreas sísmicas, mas também é premente a realização de mapeamentos vinculados às dinâmicas sociais, aos tipos de usos, às formas de ocupação, às tipologias de infraestrutura urbana, ao saneamentos básico, ao acesso a água potável e energia, ao acesso a serviços básicos de saúde e educação, e uma cartografia dos níveis de rendimento.

Para a cartografia dessas vulnerabilidades e delimitação das áreas de exposição aos riscos socioambientais é preciso eleger um nível de mapeamento e um tipo de escala recorrendo aos SIG (Cova, 1999; Tagliani, 2003; Kobiyama *et al.*, 2006). A representação dessas ocorrências, dinâmicas e níveis de vulnerabilidade são frequentemente representados a partir de informações vetoriais (pontos, linhas ou polígonos). As áreas de exposição podem ser agrupadas a uma unidade político-administrativa, para possíveis comparações numa área geográfica mais vasta, e num estudo em mesoescala (Julião *et al.*, 2009; Lang e Blaschke, 2009; Rosa e Ross, 2011; Shekhar e Xiong, 2018).

A expressão geográfica das vulnerabilidades socioambientais tem no mapa o seu melhor representante. Ele pode representar os extremos da distribuição estatística das variáveis e dos resultados do índice. Deste modo, o mapa pode indicar áreas que têm níveis elevados de vulnerabilidade socioambiental, assim como as que têm baixos níveis (Cutter, 2006b; Almeida e Carvalho, 2010; Hummell, Cutter e Emrich, 2016).

Ao representar as vulnerabilidades locais é importante considerar não apenas um dos elementos da vulnerabilidade (físico ou social), mas a sua intersecção. Em alguns lugares, a vulnerabilidade física pode ser bastante elevada, mas se a população residente possui elevados recursos socioeconómicos, que permitam dar resposta aos desastres (o que equivale a uma menor vulnerabilidade social), a comunidade

terá uma elevada capacidade de recuperação em pouco tempo. Se, por outro lado, a comunidade vizinha (com o mesmo nível de exposição física) apresentar características sociais diferentes (residentes pobres, idosos e pertencentes a minorias), então essa comunidade irá demorar mais tempo na recuperação, uma vez que a capacidade dos seus habitantes para absorver as perdas e recuperar é também mais limitada (Cutter, 2011, 2016a; Boer, 2015; Hallegatte *et al.*, 2016; UNISDR, 2016a; Erman *et al.*, 2018).

Embora existam diversos métodos, a cartografia com base nos ambientes SIG e a espacialização da vulnerabilidade e risco, é a forma mais vantajosa de calcular a interseção entre as vulnerabilidades ambientais e sociais. A vantagem deste tipo de procedimento é a possibilidade de permitir identificar os fatores que determinam a vulnerabilidade e a exposição ao risco. Uma outra abordagem que pode ser apresentada é o recurso em que a exposição ao risco e a vulnerabilidade socioambiental são representados nos mapas a partir de categorias (elevada, média, baixa) ou níveis em *ranking* (Martinelli, 2003; Figueirêdo *et al.*, 2007; Julião *et al.*, 2009; Nascimento e Dominguez, 2009; Zucherato, 2018).

O estudo da vulnerabilidade fornece bases para a construção de métricas, que incluem o cálculo de índices para medição da vulnerabilidade social, assim como modelos geográficos e espaciais para a interseção dos processos sociais e físicos. É importante destacar que a estratégia de gestão de risco não pode ignorar a realidade das desigualdades sociais e dos diferentes custos sociais que os riscos acarretam para cada classe social (Almeida, 2010; Cutter, 2011; Hummell, Cutter e Emrich, 2016).

No capítulo quatro, iremos apresentar as variáveis importantes para o entendimento das vulnerabilidades e dos riscos no ambiente amazónico. Estas variáveis indicarão a intensidade das dinâmicas socioambientais processadas no espaço urbano e rural, do município de Tabatinga, e os níveis de vulnerabilidade e risco aos quais está submetida a população. O agrupamento das variáveis físicas e humanas e a sua sobreposição, a partir da plataforma SIG, determinará a construção do Índice de Vulnerabilidade (IV) que será importante na identificação das áreas de risco, direcionando políticas públicas no referido município.

2.7 Notas conclusivas

Na construção histórica dos SIG nota-se a preocupação em integrar dados espaciais e não espaciais num sistema único, possibilitando o cruzamento de informação de diferentes fontes e tipos, advinda de diversas bases de dados.

Observamos que os aspetos históricos, geopolíticos e técnicos, ligados a cada período evolutivo, caracterizaram e nortearam a construção de novas necessidades, permitindo a evolução cartográfica de um paradigma tradicional para um moderno e digital, que conseguisse acompanhar as necessidades complexas da sociedade no seu modelo complexo de produção.

Essa evolução social e económica explica a revolução dos SIG, passando inicialmente por processos de conversão de arquivos analógicos em digitais, depois por processos de análise espacial de fenómenos geográficos e, mais recentemente, pelos sistemas baseados em bibliotecas geográficas digitais, os quais permitem o acesso à informação geográfica via *Web*.

São inúmeros os contributos científicos envolvidos na histórica trajetória dos SIG, de diversas áreas, para a formulação de conceitos e conceção de projetos, metodologias e implementação das suas aplicações. Destaca-se, nesse sentido, o forte apoio da ciência dos sistemas complexos, bem como no esforço de modelação e sistematização dos SIG. Este esforço foi reconhecido tanto nas correntes de pensamento geográfico, quanto nos métodos matemáticos e estatísticos.

Por subsidiar uma melhor compreensão do espaço geográfico e oferecer uma gama de funções para a gestão, controlo e modelação espacial, os SIG são hegemónicos nos países mais desenvolvidos. Estes veem na informação geográfica uma ferramenta imprescindível para o desenvolvimento de estratégias e potencialização de capacidades económicas, geração de riqueza, conhecimento social e sobretudo na aplicação da informação geográfica na geopolítica, na maneira de gerir recursos naturais e no planeamento territorial para a gestão da vulnerabilidade e do risco dos lugares.

Os SIG constituem importantes ferramentas de apoio ao planeamento e à gestão dos serviços públicos. Espera-se que as administrações municipais estabeleçam como prioridade a utilização deste tipo de ferramentas de forma adequada, criando uma política de informação, que estabeleça mecanismos de manutenção, integração e partilha da base de dados geográfica, e dentro do possível, mantendo-se atualizada. O uso da tecnologia deve contribuir para a promoção de intervenções políticas adequadas e para a avaliação dessas intervenções, uma vez que os gestores têm um papel de destaque na melhoria da qualidade de vida e no incentivo ao desenvolvimento local.

As métricas dos estudos das vulnerabilidades e dos riscos são possíveis no ambiente SIG. A abordagem dos estudos de vulnerabilidade e riscos socioambientais é aplicável e deve ser baseada em variáveis e indicadores que permitam a construção de índices que possam ser usados para o planeamento e gestão

territorial. Outro aspeto a ser considerado é a forma fácil como os dados e índices devem chegar aos consumidores (população, gestores e políticos) para facilitar a sua utilização.

A abordagem socioambiental enfatiza a tentativa de sintetizar fatores físicos e sociais na implementação da avaliação da vulnerabilidade e do risco. Desse modo, as vulnerabilidades sociais, podem ser espacializadas, uma vez que direcionam e influenciam as vulnerabilidades ambientais que, por sua vez, apresentam características e dinâmicas que vão além da dimensão biofísica. A avaliação detalhada da vulnerabilidade e dos riscos múltiplos torna-se mais funcional à escala local.

**PARTE II. USO E OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA FLUVIAL NA
AMAZÓNIA: CONTRIBUTOS PARA O PLANEAMENTO SÓCIO-ESPACIAL DO
MUNICÍPIO DE TABATINGA**

Concluído o enquadramento teórico de alguns temas importantes para a análise de algumas problemáticas ligadas à Amazónia, no que se refere aos impactes socioambientais, transitamos, nos próximos capítulos, para a componente empírica da presente tese.

A atual conjuntura de desequilíbrios socioambientais e em específico no Brasil e na Amazónia coloca-nos o desafio da compreensão das variáveis que se correlacionam na construção dos níveis de vulnerabilidade e dos riscos, na maior floresta tropical do planeta.

Os padrões de uso do solo, o desenvolvimento das atividades económicas e a forte pressão da economia, exercida sobre os recursos naturais, fazem do espaço amazónico um palco onde se apresentam diversos conflitos socioambientais, com desequilíbrios entre as forças das dinâmicas sociais e ambientais.

O incipiente desenvolvimento de investigações no espaço amazónico à escala mais local demonstra a necessidade de estudos mais focados nas peculiaridades destes espaços. A produção de cartografia de síntese que sirva de base a decisões mais sustentadas no planeamento espacial da floresta e das cidades existentes no seu interior é por isso uma necessidade.

Dedicamos esta segunda parte da tese à exploração metodológica e abordagens que contribuam para a sua qualificação e aplicação nos espaços da Amazónia. Para tal selecionou-se o município de Tabatinga, como estudo de caso.

Ao explorarmos os contributos dos SIG, na compreensão das relações complexas que são estabelecidas entre sociedade e espaço amazónico, esperamos que os resultados possam servir para as políticas de gestão e para as práticas de planeamento territorial na Amazónia.

A segunda parte desta tese está estruturada em três capítulos, onde após a apresentação do processo histórico ocupacional da área de estudo, caracteriza-se a situação fisiográfica e socioeconómica de Tabatinga. Abordam-se ainda os aspetos metodológicos, bem como as variáveis incluídas na análise das vulnerabilidades e riscos em Tabatinga e a sua interconexão para a identificação dos espaços de risco. Apresenta-se, através da cartografia os espaços de vulnerabilidade socioambiental e as áreas com maiores níveis de risco em Tabatinga.

3. CARATERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DOS CENÁRIOS DE RISCO E DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL EM TABATINGA

3.1 Nota introdutória

Neste capítulo aborda-se a contextualização dos aspetos históricos e socioeconómicos que justificaram a ocupação e a expansão dos usos no Amazonas. Apresentamos também uma caraterização geográfica da área de estudo onde se destacam as condicionantes físico-naturais e sociais que contribuíram para os níveis de vulnerabilidades atualmente existentes.

Traçou-se a evolução histórica de ocupação das planícies no Amazonas e especificamente as localizadas dentro do município de Tabatinga. Consideramos que a compreensão das complexidades espaciais neste território transfronteiriço deve partir do entendimento da sua génese enquanto território limítrofe e com dinâmicas específicas.

Pretende-se caraterizar os aspetos ambientais (*e.g.*, solos, vegetação, hidrografia, geologia, clima e geomorfologia) e os aspetos sociais (*e.g.*, população, renda, saúde e escolaridade), bem como as condições limitantes dos usos correlacionando-as com as limitações naturais.

A caraterização da área de estudo foca-se na dimensão ambiental e socioeconómica, com uso de indicadores de vulnerabilidade, sempre que possível, à escala municipal e mais especificamente a uma microescala, tendo os sectores censitários como unidade territorial oficial.

No que se refere ao recorte temporal de análise, foi considerado o período de 1991 até 2010, baseando-se nos Recenseamentos da População, realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e nas estimativas e relatórios de órgãos públicos, com dados a partir de 2010. As principais fontes de dados fisiográficos e ambientais derivam de inúmeras publicações destacando-se os relatórios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e da Agência Nacional de Águas (ANA). As fontes dos dados socioeconómicos relacionam-se com as bases de dados sobretudo do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) e do Serviço de Dados Geográficos (SDG).

3.2 Contextualização histórica: o processo de formação socio-espacial e a ocupação da Amazônia, do Alto Solimões e de Tabatinga

O processo de conquista e ocupação da microrregião do Alto Solimões, como de toda a Amazônia, está intimamente ligado ao modo como se estabeleceram as relações de expansão do capital mercantil europeu, na fase colonial do Brasil e posteriormente ao modo capitalista de exploração estabelecido.

Essas relações tiveram um caráter predatório tendo sido motivadas pela necessidade de revitalizar a economia europeia. Esta revitalização baseou-se na exploração de metais preciosos e em novas rotas de comércio que permitiam oferecer produtos a preços mais baixos e expandir a doutrina católica suscitadas pelo movimento jesuíta de contra-reforma à reforma religiosa de Martinho Lutero, difundida na Europa, a partir da Alemanha (Wallerstein, 1979; Piletti, 1996; Caldeira, 1999; Rojas, 2007). Nesse período, a nova terra, na visão mercantilista europeia, se resumia à madeira, com o processo de exploração do Pau-Brasil e de extração de minérios (Mendes, 1675; Seixas, 2017; Dias, 2018; Maranhão e Baracuh, 2016).

Atualmente, a lógica da acumulação e exploração dos recursos naturais e humanos, intensifica-se e invisibiliza-se, num contexto de expansão acelerada do capital a partir da globalização. Tal lógica possibilitou o desenvolvimento de um cenário socioeconômico caracterizado pela subsistência e pelas relações sociais de dependência e clientelismo mercantil e político na região amazônica.

Essa contextualização econômica e espacial na Amazônia, possibilitou uma configuração marcada pela insustentabilidade social e ambiental. Atualmente explica-se pela execução, por parte do Estado brasileiro, de políticas de sustentabilidade, pautadas no discurso da preservação e/ou conservação ambiental uma vez que grande parte das reservas naturais foram já descaracterizadas em seu estado original (Miglioli, 1999; Correia de Andrade, 2009; Oliveira, 2018).

A área que hoje compreende o município de Tabatinga pertence à Microrregião do Alto Solimões e localiza-se na Amazônia ocidental, numa área tri-fronteiriça aos atuais territórios do Peru e da Colômbia. Durante algum tempo ficou protegida das ações dos colonizadores, justamente pela sua posição geográfica mais interior e distante do oceano Atlântico e pelo domínio espanhol nos espaços nacionais que hoje circundam o Brasil (Dias, 1967; Piletti, 1996).

Posteriormente, com a intensificação das ações de desbravamento da parte interior do continente, motivadas pelo receio de invasões estrangeiras, a região amazônica passou a conhecer mais fortemente

a presença do europeu, através das expedições ao interior conhecidas como Bandeiras (Piletti, 1996; Rezende, 2006; Guerreiro, 2013).

Ignorando o Tratado de Tordesilhas e apoiados na união das coroas portuguesa e espanhola, os portugueses avançaram as suas fronteiras, instituindo as Expedições Bandeirantes que tinham como objetivo, caçar índios e encontrar metais preciosos. Assim, os limites do Brasil foram estendidos pelos bandeirantes até à Amazónia, que motivados pelos produtos da floresta (cravo, canela, castanha, cacau, madeira e pescado) e pelo domínio dos índios, alcançaram praticamente a configuração territorial observada hoje no Brasil. Habitavam nesse período, o espaço correspondente a Tabatinga, os indígenas pertencentes à nação Omágua. A ação dos bandeirantes teve forte impacto sobre a etnia, que foi praticamente eliminada, restando atualmente apenas alguns pequenos aldeamentos (Piletti, 1996; Xavier, 2000; Ferreira, 2007; Hüttner, 2007).

Durante a União Ibérica, o governo português no Grão-Pará, ciente da presença espanhola na Amazónia, autorizou uma expedição, chefiada por Pedro Teixeira, em 1637, para a tomada de posse do território amazónico, em nome da coroa portuguesa. Na segunda metade do século XVII, foi iniciado o processo de exploração económica da região amazónica com os ciclos agrícola e extrativista, além do estabelecimento de núcleos de povoamento.

Os pioneiros dessa ocupação foram os missionários jesuítas e carmelitas. Além da catequese, os missionários também realizaram importantes atividades económicas que constituíram verdadeiras empresas comerciais exportadoras de produtos da floresta (Piletti, 1996; Gadelha, 2002; Dias, 2012).

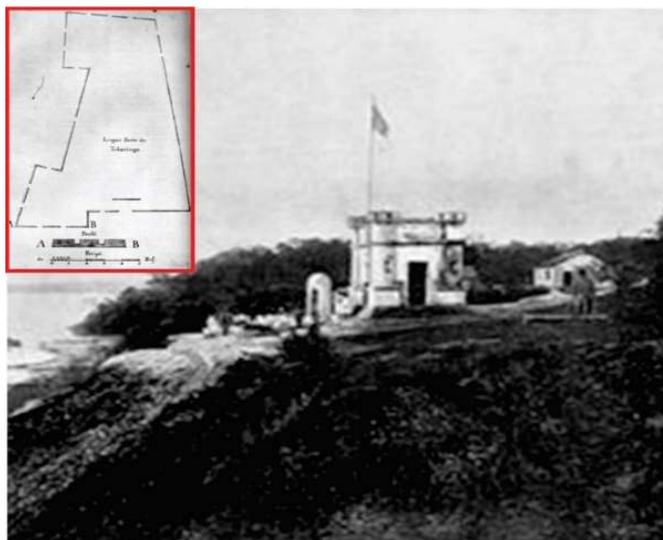
Para evitar as constantes invasões espanholas ao território colonial português, foram erguidos diversos fortes militares e missões religiosas na Amazónia. Entre essas estruturas, encontra-se o Forte São Francisco Xavier de Tabatinga, que entre tantos outros, tinha o objetivo de posse e domínio territorial, além de defender a área contra a invasão de estrangeiros (Piletti, 1996; Oliveira, 2000; Becker e Egler, 2003; Sampaio, 2005).

A seguinte descrição possibilita uma ideia mais clara das condições e características do forte, instalado no período colonial brasileiro, e que oficializou a ocupação do espaço fronteiriço, que atualmente corresponde ao município de Tabatinga:

O forte é um hexágono irregular de madeira grossa de 7 palmos de projeção vertical, e destituído de reparo interno, de paliçada, e de esplanada: servem de fosso de uma parte do rio, e que mete por ela uma corrente quando enche: entre a borda desta cortadura e o forte, existe um mato densissimo. Nove peças de artilharia é toda a força em armamento desta espécie, que ali se acha: quatro de bronze do calibre 6, e duas de ferro do calibre um, estão no recinto do forte, e 3 de bronze do calibre 1 ½ cavalgadas em cepos juntas à porta do quartel do comandante, o qual no ano de 1827 até não tinha uma bandeira para alçar no seu chamado forte (Baena, 2004: 340).

Com a instalação do forte em 1765, deu-se início o processo de posse e ocupação europeia, passando o território de Tabatinga a ser inserido na cartografia colonial portuguesa. O Forte São Francisco Xavier de Tabatinga (Figura 40) representa, portanto, a génese da chegada dos portugueses às margens do Rio Solimões. A partir daí, forma-se a povoação de São Francisco Xavier de Tabatinga que, além do forte, passa a ter também o estabelecimento, em 1766, de um posto militar e um posto fiscal, considerando que a região era fronteira à colônia espanhola (Garrido, 1940; Baena, 2004).

Figura 40 – Forte São Francisco Xavier de Tabatinga



Fonte: <http://bocasenoticias.blogspot.pt/p/blog-page.html>
Consultado em: 21/05/2018.
Para o destaque: Reis, Arthur César Ferreira, 1942.

Fernão da Costa de Ataíde Teive Sousa Coutinho (1763 – 1772) foi o responsável pelo estabelecimento do posto militar de fronteira e de outros postos de guarda de fronteiras entre os domínios do Reino de Portugal e Espanha. Na Figura 41, observa-se a representação do posto militar em Tabatinga, a partir da imagem que hoje se encontra entre obras de arte, expostas em Paris (Baena, 2004; Costa, 2015).

A imagem retrata o domínio das terras de Portugal, as margens do rio Solimões, concretizado a partir do forte, dos canhões e da bandeira, caracterizando assim a permanência, a posse e a construção de uma fronteira dura, delimitada pelas margens do rio.

Figura 41 – Vista do posto militar brasileiro na fronteira com a Colômbia



Fonte: Castelnau, Francis de Laporte de. *Expédition dans les parties centrales de l'Amérique du Sud*. (Part 2: *Vues et Scènes*). Paris, 1852, Plancha n.º 60.

Com os processos erosivos nas margens do Solimões, já existentes à época, o forte é aos poucos sendo destruído pela erosão, na planície fluvial. Em 1915, a estrutura não resistiu. Em 1932, a erosão fluvial causou o desabamento da vertente, conduzindo o edifício para o fundo do rio. Atualmente se encontram, no Museu Histórico Nacional do Rio de Janeiro, dois canhões de artilharia da fortificação de Tabatinga (Garrido, 1940; Barreto, 1958; Spix e Martius, 1981; Silva, 2011).

Apesar de ter uma cronologia de ocupação muito antiga e fazer parte da história e instalação do império português na Amazônia, Tabatinga, por muito tempo, esteve dependente de outras unidades político-administrativas. Com efeito, nunca teve o papel de protagonismo nas decisões políticas do Alto Solimões, muito embora a sua ocupação civil e militar tenha assumido um papel de grande relevância no controle e defesa da fronteira brasileira, em função de sua localização estratégica, e na fixação de núcleos populacionais, com vistas à manutenção da segurança e vigilância permanente da área (Silva, 2011; Euzébio, 2013).

No ano de 1866, foi fixado próximo da povoação de Tabatinga, o marco dos limites entre o Brasil e o Peru. Nesse período, muito poucos municípios haviam sido criados e neste contexto, Tabatinga e Benjamin Constant pertenciam aos domínios do município de São Paulo de Olivença (IBGE, 2017b).

Em 1898, com o desmembramento do território de São Paulo de Olivença e emancipação do então distrito de Benjamin Constant, o povoado de Tabatinga passou à categoria de subdistrito do recém-criado município de Benjamin Constant. Em 10 de dezembro de 1981, Tabatinga tornou-se autónomo pela Emenda Constitucional do Amazonas, N° 12, mas somente em 01 de fevereiro de 1983 passou a ser município (IBGE, 2017b).

As crescentes necessidades de matérias-primas, por parte dos mercados europeus, colocam a Amazônia num novo paradigma de exportações. Nesse contexto, surge um novo ciclo de exploração natural na Amazônia, baseado na extração do látex (borracha) da espécie vegetal seringueira (*Hevea Brasiliensis*), tornando-se o segundo produto de exportação do Brasil. A partir de 1890, com o aumento da produção automobilística, sobretudo na Inglaterra, os seringais passam a ser uma das principais fontes de matéria-prima propulsoras da indústria (Piletti, 1996; D'Agostini *et al.*, 2003; Souza, 2019).

A explosão da borracha na Amazônia trouxe riquezas, porém os ganhos financeiros ficaram concentrados nas mãos de uma minoria. Em contraponto à opulência vivida pelas elites da borracha, os coletores do látex na floresta (seringueiros), que constituía a maior parcela da população amazônica, viviam em condições de exploração do trabalho e em habitações precárias, convivendo com os riscos de contrair doenças tropicais, típicas da floresta húmida, como a febre-amarela e a malária, enfermidades que causaram a morte de muitos soldados da borracha (D'Agostini *et al.*, 2003; Souza, 2019).

Nesse período, grandes levas de migrantes, sobretudo vindos da região nordeste brasileira, deslocaram-se para a Amazônia (região norte) na esperança de melhores condições de vida. Apoiados pelo governo e convencidos pelos meios de comunicação, que tinha como meta o desenvolvimento do ciclo económico da borracha, diversos migrantes nordestinos e de outras regiões do Brasil, seguiram para a Amazônia, encontrando péssimas condições para o seu estabelecimento e fixação, além das dificuldades de acesso ao território da floresta.

Apesar das áreas de terra firme possuírem florestas densas e inspirarem medo aos desbravadores da borracha, os encontros dos igarapés² com o leito principal do rio Solimões, ajudou na interiorização dos

² Denominação regional dada a cursos de água de pouca profundidade, estreito e navegável por pequenas embarcações na Amazônia. Palavra formada do Tupi: *Yagara*, canoa + *apé*, caminho.

seringueiros, funcionando como caminhos de acesso ao domínio das matas cerradas (Guillen, 1997; Secreto, 2007, 2011; Pereira, 2014).

Esse modelo de ocupação através da rede de drenagem explica a atual configuração da rede urbana amazônica que se distribuiu a partir das áreas de influência fluvial, demonstrando que a sua ocupação esteve, no passado, ligada aos espaços hídricos. As dificuldades de acesso aumentavam à medida que as redes de drenagem se iam estreitando fazendo com que o desbravamento das áreas de floresta de terra firme fosse mais difícil. Considerando que todo o transporte era feito por via fluvial o processo ocupacional nesses espaços era limitado.

Os maiores núcleos de povoados, produção e comercialização do latex fixaram-se nos espaços de encontro dos igarapés com os rios. Ai se instalaram também posteriormente os portos e os núcleos de vigilância e controle da floresta. Nesse período, o espaço Amazônico teve um grande aumento populacional passando de 476 mil habitantes, em 1890, para 1,1 milhões de habitantes em 1906 (Nascimento, 1998).

O declínio do ciclo da borracha na Amazônia inicia-se a partir do contrabando de 70 mil sementes de seringueira para as colônias inglesas do Ceilão e Singapura. A criação de um novo espaço produtor na Ásia permitiu diminuir os custos de matérias-primas para as indústrias automobilísticas em Inglaterra. A nova concorrência com a produção no Oriente fez com que a atividade no Brasil entrasse em decadência, passando a Amazônia a viver um cenário de abandono de áreas extrativistas, restando apenas uma população pobre e sem condições para concorrer com o novo mercado. O declínio do ciclo da borracha na Amazônia possibilitou o aumento das desigualdades sociais na região norte do Brasil (D'Agostini *et al.*, 2003; Klein, 2015).

Este modelo baseado essencialmente na acumulação de capital e organizado a partir da extração de produtos tropicais *in natura*, com sobre-exploração da mão-de-obra recrutada de forma compulsória fez com que grande parte das riquezas produzidas na Amazônia fossem direcionadas para o mercado externo. Como resultado a população ficou em grandes desvantagens no acesso aos bens de consumo e aos serviços básicos.

Com o surgimento de novas fontes de oferta para a indústria, a economia amazônica, baseada no extrativismo do látex, decaiu e passa a sustentar-se nas atividades de subsistência. A pouca expressão das atividades de subsistência não foi capaz de autossustentar a economia local e esse cenário obrigou

a economia amazônica a ter características não regionais e com pouca acumulação interna, nesta fase da sua história (Marques, 2013; Ramos, 2014; Klein, 2015).

No período republicano, a política nacional brasileira, alicerçada no modelo de “ordem e progresso”, usou novas definições para a valorização da Amazônia e neste contexto foram destinados recursos para a diminuição das disparidades regionais no país. Nessa fase, verificaram-se novas mudanças nas tipologias de usos e ocupação na Amazônia.

Destacou-se nesse novo paradigma o conceito de “integração nacional”, sobretudo no regime político militar, com a abertura de vias de acesso na floresta com vista à sua urbanização e uma maior integração com o Brasil. Esse novo momento teve consequências ambientais e socioeconômicas como o desflorestamento e o aumento populacional (Becker, 2005; Bomfim, 2010; Trevisan, 2011; Ramos, 2014; Binsztok e Carneiro, 2015). Deste modo, novos elementos geográficos foram inseridos na complexidade espacial amazônica, com destaque para:

- o aumento das áreas urbanas e intensificação dos processos de urbanização;
- a instalação de bases militares e aumento da presença militar;
- a delimitação de áreas destinadas à reserva e proteção de recursos naturais e a abertura das fronteiras brasileiras para a instalação e atuação das Organizações Não Governamentais (ONG) estrangeiras, no âmbito da floresta.

Os maiores impactos verificados nesse período concentraram-se sobretudo na Amazônia circunscrita à área mais adjacente ao nordeste brasileiro (Amazônia oriental), ficando a Amazônia ocidental mais resguardada do processo de inserção na economia nacional. A sua função foi majoritariamente de área reservada para a preservação ambiental, justamente pela composição florística e estrutura fechada da floresta e da sua posição fronteira e mais isolada dos grandes centros urbanos do Brasil (Rêgo, 1999; Ab'Sáber, 2003).

Fundamentada na ideia de sustentabilidade, estas condicionantes geográficas fizeram da microrregião do Alto Solimões, uma área destinada à preservação e reserva de recursos naturais. Com uma área na sua maioria coberta por vegetação nativa e forte diversidade biológica e étnica, a microrregião tem, atualmente, sido objeto de estudos e debates político-ambientais. Os povos tradicionais da floresta foram colocados como agente protetores e privilegiados na missão de estabelecer um novo ideal para uma floresta sustentável, harmonizando as dinâmicas naturais da Amazônia aos seus estilos de vida.

Na visão anterior essas populações eram consideradas como barreira ao controle do espaço amazônico e ao desenvolvimento do processo de construção social “civilizacional” na floresta. Essa visão invisibilizava-os na sua própria existência ou materializava-os como mão-de-obra escrava ou mais recentemente, confinando-os a espaços de reservas naturais, delimitadas pelas políticas do Estado brasileiro (Sousa, 2011; Raminelli, 2016).

No ideário social, os povos tradicionais estão livres e protegidos nas suas áreas demarcadas. Porém, apesar das políticas de demarcação de terras indígenas, ainda existem diversos conflitos socioambientais com interesses económicos antagónicos.

Embora as áreas demarcadas na Amazônia sejam maiores do que outras áreas indígenas do país, observa-se que os processos de expansão ocupacional, urbana e agrícola na Amazônia oriental atingem as comunidades indígenas com grandes impactes. Para além deste aspeto, observa-se atualmente nos espaços isolados das comunidades indígenas, uma forte influência da cultura estrangeira, sobretudo nas novas missões de catequese executadas pelos movimentos protestantes e neopentecostais. Estas evidências apontam para a presença de missionários protestantes, estabelecimentos de igrejas nas comunidades e até mudanças nas toponímias dos espaços e das comunidades. As aldeias indígenas têm alterado o nome originário para novas denominações que remetem para as cidades, sobretudo norte-americanas. Isto evidencia a forte presença de estrangeiros norte-americanos entre os nativos amazónicos que têm vindo a mudar os seus costumes e os seus modos de vida.

A atual configuração socioeconómica da Amazônia reflete a maneira como ela é inserida de forma dependente e submissa à economia mundial, sendo ainda explorada e “colonizada”. Não lhe foi concedida a autonomia de construção do seu próprio ciclo económico e dos seus processos socio-productivos. Os impactes causados pela exploração, na floresta amazónica, em sua essência paisagística, biológica e sobretudo social foram significativos.

Por um período longo, os interesses económicos externos sufocaram os habitantes da Amazônia. Além de serem vistos pelo Estado como entrave ao desenvolvimento económico do país, os indígenas foram também considerados como agentes destituídos de objetivos e interesses. Infelizmente os modelos de gestão governamental não apoiaram um desenvolvimento regional que apresentasse alianças com a equidade social e a qualidade de vida, para os povos da floresta e as populações carentes. O que se observa é um padrão de “desenvolvimento” regional que passa distante da dimensão social, na distribuição de renda e acesso a bens e serviços básicos.

Apesar do contexto das vulnerabilidades socioambientais verificadas na Amazônia, a crise ambiental que afeta atualmente o planeta, coloca a floresta numa situação privilegiada como área de preservação ambiental. Tal deve-se à dimensão espacial, às características da cobertura vegetal, ainda em bom estado de conservação, à biodiversidade e à presença de populações tradicionais.

Assim, observa-se uma requalificação da microrregião do Alto Solimões como área prioritária de reserva natural e preservação de espécies, para alcançar um desenvolvimento mais sustentável. A competitividade entre os interesses político-econômicos nas esferas nacional, regional e local, faz da região um espaço carente de planejamento e de infraestruturas básicas. Os cenários de fragilidade e de desequilíbrios socioambientais já existentes na Amazônia denunciam os limites que os ambientes têm em suportar e em acomodar as necessidades sociais e sobretudo econômicas de um sistema de produção baseado na exploração desorganizada dos recursos ambientais. Este sistema procura exaurir a custo de “progresso e desenvolvimento”, recursos que são de grande importância para a manutenção da vida e o equilíbrio ecológico amazônico e planetário.

Por outro lado, verificam-se também fragilidades na consciencialização e na organização dos atores sociais, na sua condição de vulnerabilidade social e na tarefa de participar ativamente e de forma organizada, na busca por melhorias no acesso à educação, saúde e serviços básicos, tomando parte ativa nas decisões políticas e contribuindo para uma gestão mais democrática e participativa.

3.3 Contextualização geográfica: análise geoambiental e socioeconômica de Tabatinga

3.3.1 Caracterização e contextualização territorial de Tabatinga

A área de estudo selecionada para desenvolver esta investigação é o território de Tabatinga, cuja denominação tem origem etimológica na língua indígena. Tabatinga é uma palavra vinda do tupi (*towa'tinga*), que significa argila branca, que traduz a quantidade de barro branco advinda do leito dos canais fluviais do rio Solimões. Na língua tupi-guarani, Tabatinga tem o sentido de casa pequena (Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia, 2005).

Tabatinga é um município brasileiro localizado no extremo oeste do Estado do Amazonas, na margem leste do rio Solimões e pertence à microrregião do Alto Solimões e mesorregião do Sudoeste Amazonense (Figura 42). A distância euclidiana da capital do Estado do Amazonas, Manaus, é de aproximadamente

1.107 km. É o município mais populoso da microrregião e o sétimo mais populoso do Estado do Amazonas, possuindo vilas, lugarejos e povoados que se interligam a partir dos igarapés e rios e que geralmente estão localizados em áreas de contacto fluvial (IBGE, 2010a).

Figura 42 – Posição geográfica, dimensões e limites do município de Tabatinga, no Estado do Amazonas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2017).

O município de Tabatinga corresponde a um território com 3.266,062 km², estando a maior parte do seu território ligado à área de influência do rio Solimões. É limitado ao norte pelo município de Santo Antônio do Içá, a sul pelo município de Benjamin Constant, a leste pelo município de São Paulo de Olivença e a oeste pela Colômbia e pelo Peru.

O Estado do Amazonas possui 62 municípios sendo Tabatinga o quinto território com menor extensão territorial e o mais pequeno entre os 9 municípios da microrregião do Ato Solimões (IBGE, 2019). Uma das particularidades territoriais de Tabatinga é o facto de fazer fronteira com dois países: a Colômbia e o Peru. A fronteira colombiana é terrestre e demonstra um intenso processo de conurbação internacional, tornando Tabatinga e Letícia (capital do Departamento colombiano do Amazonas) praticamente cidades gêmeas. Em relação ao Peru, a fronteira é húmida estando delimitada pelo rio Solimões. O território peruano mais próximo de Tabatinga é a ilha fluvial de Santa Rosa, que pertence ao Departamento de Loreto, que tem como capital a cidade de Iquitos.

Para o Estado brasileiro, Tabatinga é um território com significado particular. Em primeiro lugar pela sua condição fronteiriça e em segundo lugar por ser a cidade com melhores condições infraestruturais na microrregião do Alto Solimões.

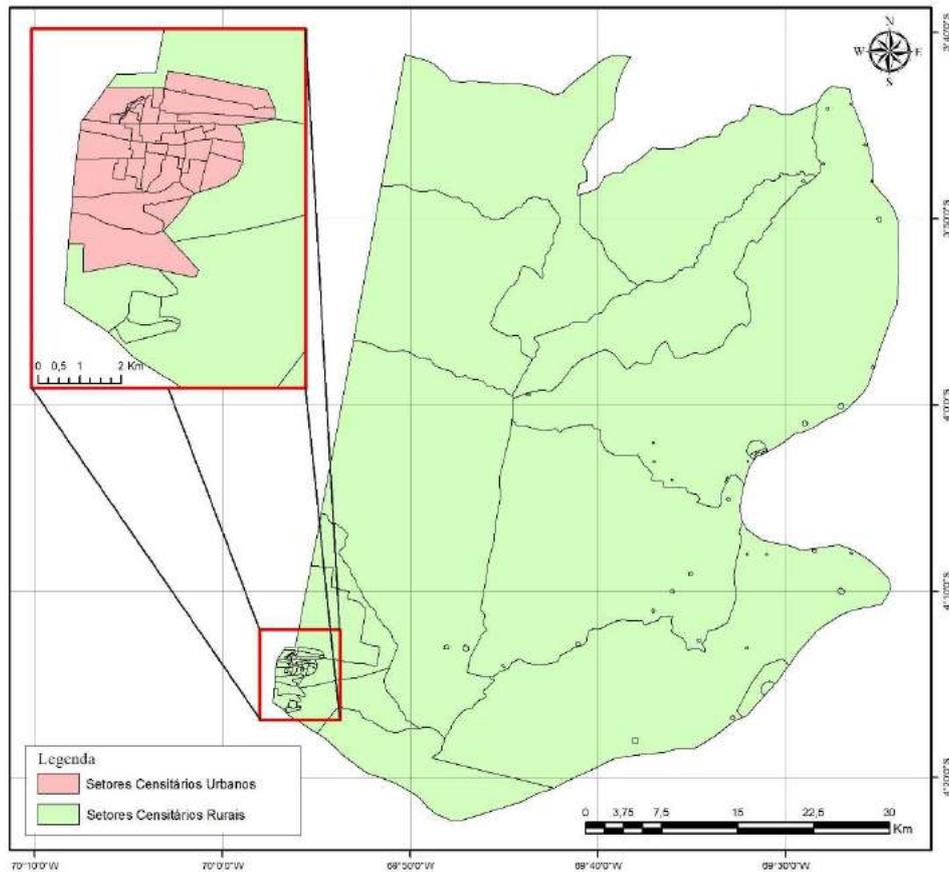
A microrregião do Alto Solimões é composta por 9 municípios: Amaturá, Atalaia do Norte, Benjamin Constant, Fonte Boa, Jutai, Santo Antônio do Içá, São Paulo de Olivença, Tonantins e Tabatinga. Apresenta um território com 213.278 km² de área e 223.942 habitantes em 2010 (IBGE, 2010a). Juntamente com a microrregião do Juruá, faz parte da mesorregião do Sudeste Amazonense integrando o grupo de 16 municípios que a compõe e que representa uma área de 325.858 km² (IBGE, 2010a, 2019).

A área total do Estado do Amazonas é de 1.559.168,117 km², sendo o maior Estado do Brasil em dimensão territorial (IBGE, 2019). A região Norte, a maior das regiões brasileiras, é composta pelo Estado do Amazonas e por outros seis (Acre, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), que é a maior das cinco regiões do Brasil. A Região Norte representa 45,25% do território nacional e abriga uma das maiores riquezas florestais e hídricas da Terra.

O município de Tabatinga inclui setores de área urbanizada, que vão ser destacados na presente investigação, e áreas rurais (Figura 43). Os setores urbanos, apesar da sua menor dimensão e complexidade ocupacional, requerem uma análise mais aprofundada das dinâmicas socioambientais que

se processam nessas unidades territoriais e que compõem a sede do município de Tabatinga e suas adjacências.

Figura 43 – Divisão dos setores censitários do município de Tabatinga



Fonte: Elaboração própria com base nos setores censitários do IBGE (2017).

Na análise socioambiental, que será apresentada mais adiante, foram utilizados dados do IBGE (Censo e PNAD), referentes aos anos de 2000 e de 2010, além de outras fontes estatísticas relativas ao município e aos seus setores censitários.

3.3.2 A região Norte brasileira e o Estado do Amazonas

A floresta amazônica é uma das grandes riquezas biológicas da Terra que se fixa numa grande bacia hidrográfica, que foi batizada, em 1500 pelo navegador e explorador espanhol, Vicente lañes Pinzón, de *Mar Dulce* (Rezende, 2006). Esta bacia hidrográfica é a mais extensa da Terra, ocupando uma área total de 6.925.674 km², desde a nascente nos Andes peruanos até à sua foz no oceano Atlântico, estando 63,9% inserida no território brasileiro (Figura 44). Na porção brasileira, os principais afluentes do rio

Amazonas, pela margem direita, são os rios: Javari, Purus, Madeira, Tapajós e Xingú e pela margem esquerda, contribuem o Iça, Japurá, Negro, Trombetas, Paru e o Jarí. Em território brasileiro, a bacia amazônica apresenta uma área da ordem de 3.843.402 km², compartilhada por sete Estados (100 % do Acre, Amazonas, Amapá, Rondônia e Roraima; 76,2 % do Pará e 67,8 % do Estado do Mato Grosso). A vazão média estimada, de longo período, do rio Amazonas, é da ordem de 108.982 m³/s (68% do total do País), colocando-o como o principal rio que contribui para a riqueza potamológica brasileira em virtude de sua perenidade (Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2006).

Figura 44 – Rede de drenagem da bacia hidrográfica do Amazonas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SO HYBAM (2019).

O Estado do Amazonas possui, em termos geológicos, uma cobertura sedimentar Fanerozoica Intra-Cratônica, assente num substrato rochoso Pré-Câmbrico, com rochas do tipo ígnea, metamórfica e sedimentar. Apresenta dois Crátons do Arqueano-Proterozoico: Escudo das Guianas, ao norte do Estado e o Escudo do Brasil Central, ao sul. Destacam-se no Estado, as planícies de inundação, os terraços fluviais das várzeas amazônicas, os tabuleiros de terra firme, as superfícies de aplainamento das áreas

cratônicas e os planaltos e serras modeladas em coberturas de plataformas com litologias resistentes (CPRM, 2010).

Fitogeograficamente, a Amazônia caracteriza-se pela exuberância das suas matas de grande porte, onde a flora é marcante pelo facto de albergar 14.003 espécies. A maioria das espécies vegetais apresentam raízes radiais com placas triangulares de suporte arbóreo, para a sua sustentação e equilíbrio, considerando que os solos são pouco consistentes e apresentam substratos maioritariamente arenoargilosos. Outras raízes têm características de escoras, que partem dos troncos inferiores de algumas espécies, também com a função de sustentação. Observam-se ainda formas irregulares de caules, com morfologia sulcada, fendidas, enrugadas e planas. Algumas espécies vegetais são mirmecófilas apresentando estruturas em vesículas, espaços ocos ou em bolhas que favorecem associações com algumas espécies de formigas. Existem ainda algumas espécies caulifloras que se caracterizam pelo desenvolvimento de flores nos troncos das árvores e aproximadamente 8.000 espécies endémicas (Braga, 1979; Fernandes, 1998; He *et al.*, 2008; Cardoso *et al.*, 2017).

Apesar da aparente homogeneidade, a Amazônia apresenta diversas formações florestais: Mata de Terra Firme, Mata de Várzea, Mata de Igapó e Campos. Identificam-se em sua extensão, 23 fito-fisionomias, todas elas consideradas diferentes em termos florísticos (Fernandes, 1998; Ab'Sáber, 2005).

A Mata de Terra Firme localiza-se nas áreas mais distantes de influência do rio, apresentando-se com árvores de grande porte (30–40 m de altura), em terrenos mais elevados e sem possibilidade de inundações. A vegetação apresenta-se com feição latifoliada, perenifolia em coloração verde-escura e com dossel, onde se observam cipós que se enrolam nos troncos das árvores e se distendem pelas suas copas. Encontra-se também vegetação ombrófila, localizada no estrato mais inferior da estrutura florestal. A Mata de Terra Firme é, geralmente, mais densa e pesada, embora em alguns sítios, se verifiquem espaços mais abertos para a entrada de luz. Devido à competição pela luz, as árvores são tendencialmente mais finas e alongadas, como se procurassem o sol e elevando-se acima do dossel fechado (Fernandes, 1998).

A Mata de Várzea fixa-se em terrenos com inundação temporária e sofrem influência do regime de cheias dos rios. No Alto Amazonas as cheias ocorrem a partir das chuvas e do degelo, na Cordilheira dos Andes, e no Baixo Amazonas. Para além das chuvas e do degelo, acontece também a ação das marés, que aumenta a capacidade do rio para inundar maiores áreas. Nos terrenos onde se localizam as Matas de Várzeas, acontece a ação do transporte sedimentar sobre o solo Holocénico, que se desloca e forma

cristas, junto às margens dos rios. As Matas de Várzeas mostram-se mais exuberantes nos trechos superiores dos rios (Fernandes, 1998; Ab'Sáber, 2005).

A Mata de Igapó localiza-se em terrenos permanentemente inundados em água parada ou com pouca drenagem, onde as suas espécies são perenifólias, latifoliadas, de porte baixo e pobres no aspeto florístico. São espécies que suportam solos encharcados e mal arejados desenvolvendo-se em águas escuras. Para além das matas, verificam-se também Campos de Terra Firme e Campos de Várzeas que cobrem solos advindos de rochas areníticas de baixa fertilidade. A origem de tais campos explica-se pelas alterações climáticas sofridas no Terciário ou no Quaternário que possibilitaram o avanço do Cerrado brasileiro sobre algumas áreas da floresta amazónica (Fernandes, 1998).

Ao nível da fauna predominam cerca de 30 filos em espécies invertebradas: 1.300 espécies de peixes; 163 espécies de anfíbios; 1.000 tipos de pássaros, entre os quais 283 raros e de distribuição restrita; 311 espécies de mamíferos e ainda 550 espécies de répteis, sendo 62% endémicas (WWF-Brasil e Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 2017).

Na região Norte as taxas de desmatamento são extremamente altas. Segundo dados oficiais do Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE), até janeiro de 1978, a área desmatada nos Estados, inseridos na região amazónica, correspondia a 85.100 km² (2,2% da área total), resultado de ações antrópicas ao longo de mais de quatro séculos. A partir desta data, deu-se um incremento significativo na ocupação da região, tendo como resultado a ampliação das áreas desmatadas.

Dados do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), revelam que o ano de 2004 foi o de maior taxa de desmatamento (27.772 Km²). Embora se verifique uma tendência de diminuição das ações de derrube de árvores, ainda é possível observar que as práticas ilegais continuam a ocorrer. Em 2010 foram desmatados 7.000 Km² e mais recentemente, no ano de 2018, ocorreu uma taxa de desmatamento de 7.900 km², na floresta tropical brasileira (IBGE, 2015; Nogueira, Osoegawa e De Almeida, 2019; INPE, 2019).

A floresta amazónica insere-se numa região de domínio das terras baixas equatoriais. É uma região com características individuais que apresenta nas margens do rio Amazonas, planícies de inundação meândricas e ao longo dos terrenos laterais, planícies de inundação labiríntica. Existem tabuleiros extensos com vertentes semi-mamelonares, modelados em estruturas geológicas antigas do escudo brasileiro e guianense, com terraços de cascalhos e de lateritas. Essas áreas são revestidas pelos depósitos holocénicos, sobrepostos aos sedimentos cretácicos. Observam-se aí vestígios de pediplanação

e de pedimentação que, com os terraços de cascalhos, evidenciam a existência de um clima mais severo na região (CPRM, 2010).

As temperaturas rondam, em média, os 26°- 27°C, com baixa amplitude térmica e nunca ultrapassando 8 graus. A pluviosidade varia entre 1.500 e 3.000 mm por ano, com chuvas bem distribuídas e intensas, colaborando para o intenso intemperismo químico e as dinâmicas do ciclo hidrológico, que contribuem para a sustentação de uma cobertura vegetal em floresta húmida. Uma particularidade no regime climático é a friagem, quando no período de julho e agosto, as temperaturas diminuem em razão das correntes de massas de ar frias, provenientes do Pacífico e dos Andes, penetrando pela parte ocidental, onde são mais fortes os efeitos das temperaturas mais baixas (Fernandes, 1998; Ab'Sáber, 2003).

Os solos do Estado são profundos, muito desenvolvidos e lixiviados devido ao clima equatorial húmido, que possibilitou a predominância dos Latossolos, Argissolos e Espodossolos. Pedologicamente a região não é rica em nutrientes e, portanto, a floresta sustenta-se, sobretudo, no conjunto do potencial hidrológico e da componente térmica, explicando o grande volume de biomassa (Falesi, 1972; Baena e Dutra, 1982).

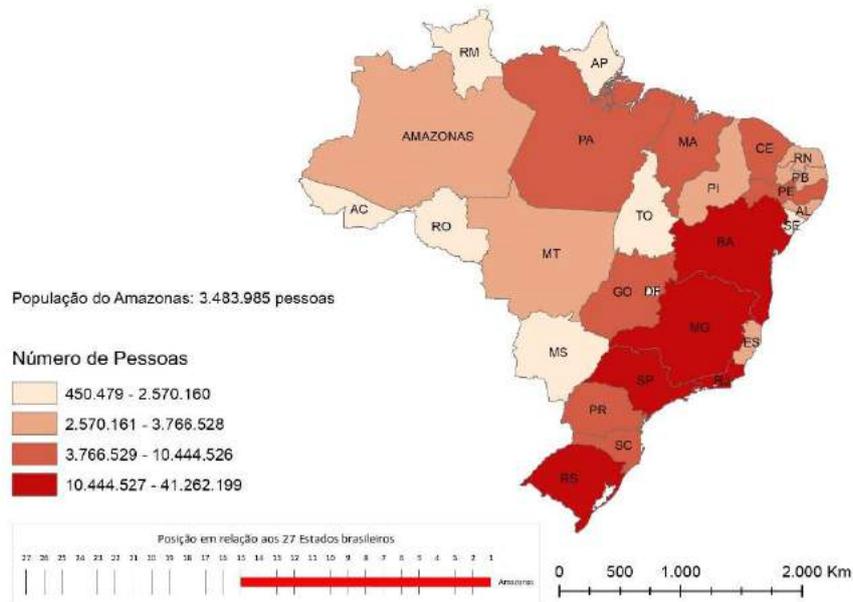
As elevadas taxas de humidade e calor, possibilitam a proliferação de microrganismos que atuam diretamente nos processos de decomposição de matéria orgânica vegetal de folhas e galhos secos, bem como de animais mortos, que depois de decompostos em partículas, retornam ao ciclo biológico compondo novas estruturas vegetais e garantindo à floresta a sua exuberância.

Existe, portanto, um ciclo biológico muito bem regulado, que assegura o volume de biomassa e a dinâmica dos elementos nutritivos. As queimadas ou o desmatamento na floresta são ações que quebram o equilíbrio e o ciclo de biomassa, favorecendo a ocorrência da lixiviação e a insustentabilidade da floresta. Em áreas com ocorrência de práticas de desmatamento e queimadas, ocorre muito facilmente um solo exposto de cor clara, ausência de humo e diminuição da capacidade de resiliência da floresta. A floresta é, portanto, o motor de renovação dos nutrientes dos solos na Amazônia (Fernandes, 1998; Ab'Sáber, 2003, 2005).

A riqueza do bioma amazônico conjugada com a sua fragilidade e interação com os ecossistemas aquáticos determinam um elevado potencial de impactos sobre os recursos hídricos em grande parte das ações desencadeadas neste espaço geográfico, a partir da ação humana.

De acordo com o último censo demográfico, realizado em 2010, pelo IBGE, o Estado do Amazonas apresentava uma população de 3.483.985 indivíduos, ocupando a 15ª posição (Figura 45), no *ranking* entre os 27 Estados que compõem a União Federativa do Brasil.

Figura 45 – Número de habitantes nos Estados brasileiros, em 2010

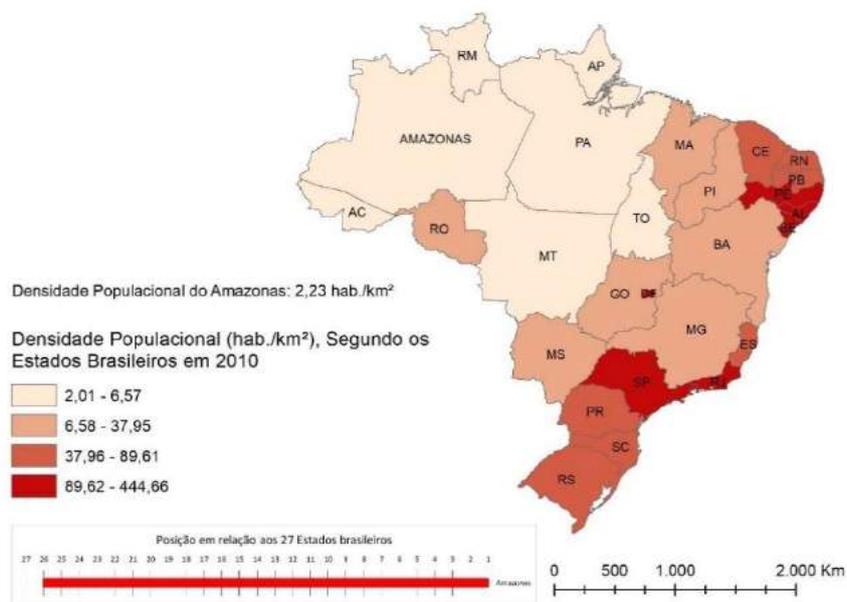


Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2010).

O Amazonas, apesar da sua extensão territorial, não é o mais populoso dos Estados brasileiros, mas no contexto da região Norte do país é o segundo mais populoso a seguir ao Estado do Pará. Segundo estimativas de 2019 do IBGE, a população do Amazonas contava em 2019 com 4.171.307 pessoas, perfazendo um crescimento de 687.322 pessoas, em relação a 2010 (IBGE, 2019).

A densidade populacional do Amazonas, apesar de baixa, tem vindo a aumentar passando de 1,8 hab./km² em 2000 para 2,2 hab./km² em 2010. A Figura 46 revela que em toda região Norte do Brasil existe uma tendência para baixas densidades populacionais, considerando o contexto ambiental da floresta enquanto barreira natural à expansão urbana e industrial, o que não se observa noutras regiões do país, como por exemplo as regiões Nordeste e Sudeste. Apesar disso, na Região Norte, existem algumas cidades com elevado volume populacional, como é o caso da capital Manaus e as cidades de Parintins, Tefé e Tabatinga (IBGE, 2000, 2010a).

Figura 46 – Densidade populacional dos Estados brasileiros em 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2010).

No Estado do Amazonas observa-se uma evolução que acompanha a tendência nacional, onde a maioria da população fixa residência nas áreas urbanas - 79,09% em 2010 (Quadro 6). No Amazonas, a taxa média de crescimento populacional anual foi de 3,28%, entre 1991 e 2010 (IBGE, 1991, 2000, 2010a).

Quadro 6 – Evolução populacional do Amazonas, segundo o sexo e a situação domiciliar de 1991 a 2010

População (Ano)	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
População Total	2.103.243	100,00	2.812.557	100,00	3.483.985	100,00
População Residente Masculina	1.054.000	50,11	1.414.367	50,29	1.753.179	50,32
População Residente Feminina	1.036.404	49,89	1.398.190	49,71	1.730.806	49,68
População Urbana	1.502.754	71,45	2.107.222	74,92	2.755.490	79,09
População Rural	600.489	28,55	705.335	25,08	728.495	20,91

Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

Em 2010 o Amazonas possuía 2.755.490 habitantes em áreas urbanas. Desse total, mais de metade (1.802.014 pessoas) residia na capital Manaus, estando a restante população distribuída pelas principais sedes dos municípios, no interior do Estado e distantes da capital. A população rural, que em 2010, somava 728.495 pessoas, estava espalhada pela floresta, longe dos núcleos urbanos e próxima das margens dos rios (IBGE, 2010a).

O Estado do Amazonas apresenta uma diferença entre a população masculina e feminina, pois em 2000 tinha 95,4 homens para cada 100 mulheres tendo esta diferença diminuído em 2010 para 98,5. Essa realidade justifica-se pelo maior número de nascidos-vivos do sexo masculino, já que segundo a Estatística do Registro Civil do IBGE, em 2008 nasceram 2.264 homens a mais em relação às mulheres (IBGE, 2000, 2010a).

Em 1991, o Índice de Dependência Total (percentagem da população com menos de 15 anos e com mais de 65 anos, em relação à população com idade compreendida entre os 15 e 64 anos – potencialmente ativa), era de 86,67%. Por seu turno, o Índice de Envelhecimento (razão entre a população com mais de 65 anos e a população total), era de 2,73%. Entre os anos 2000 e 2010, o Índice de Dependência Total passou, no Amazonas, de 72,63% para 59,33%, e por seu turno o Índice de Envelhecimento subiu de 3,26%, para 4,03% (Quadro 7) (IBGE, 1991, 2000, 2010a).

Quadro 7 – Estrutura etária da população do Estado do Amazonas entre os anos de 1991 e 2010

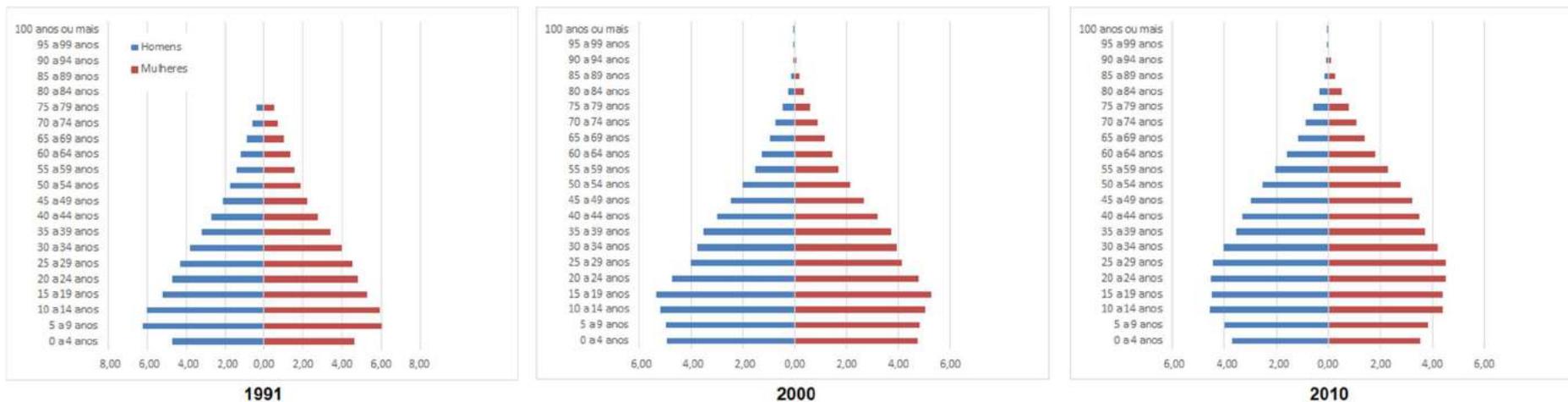
Estrutura Etária	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
Menos de 15 anos	926.276	44,04	1.098.742	39,07	1.161.831	33,35
15 a 64 anos	1.119.822	53,24	1.622.521	57,69	2.181.740	62,62
65 anos ou mais	57.145	2,72	91.294	3,25	140.414	4,03
Índice de Dependência Total	86,67	-	72,63	-	59,33	-
Índice de envelhecimento	2,73	-	3,26	-	4,03	-

Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

Observa-se, a partir das pirâmides etárias, representadas pelas Figura 47 e

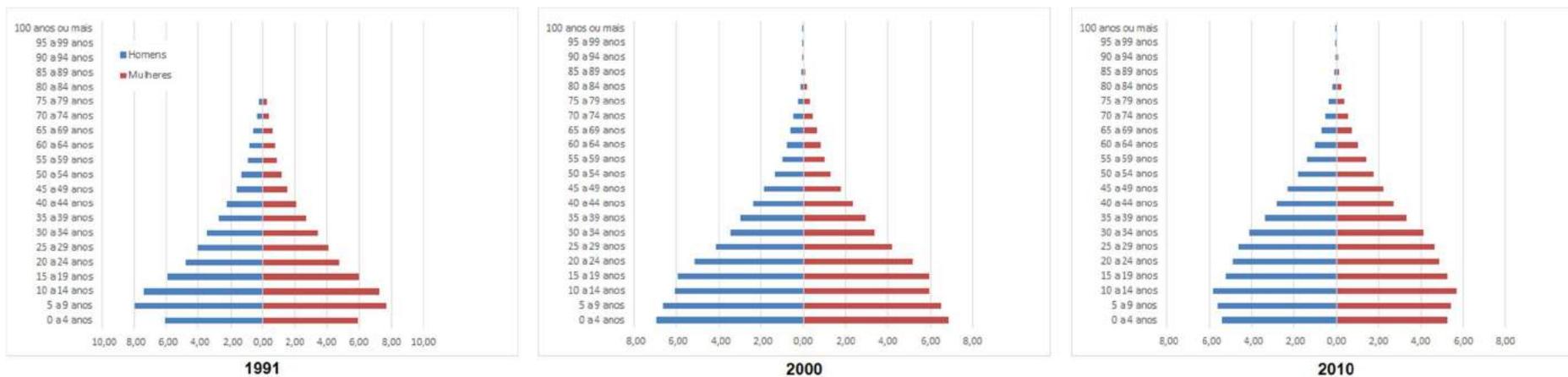
Figura 48, que no ano de 2010, houve uma diminuição da população mais jovem, muito embora a maior parcela populacional estivesse entre os 10 e 14 anos de idade. Em 2000, nasciam no Amazonas, 31,6 pessoas por cada mil habitantes. Em 2010, esse número foi reduzido para 20,2 pessoas para cada mil habitantes. Isto indica uma tendência de diminuição dos nascimentos no Amazonas o que fez com que a sua pirâmide acompanhasse a tendência da pirâmide etária brasileira, destacando-se a diminuição da sua base.

Figura 47 – Pirâmide etária do Brasil, segundo os grupos de idade e sexo, em 1991, 2000 e 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

Figura 48 – Pirâmide etária do Estado do Amazonas, segundo os grupos de idade e sexo, em 1991, 2000 e 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

No caso do Brasil, observa-se uma tendência de queda da proporção de pessoas abaixo de 30 anos de idade. Em relação à população, com 65 ou mais anos de idade, é evidente um progressivo envelhecimento populacional que revela uma melhoria da esperança de vida dos brasileiros. O Quadro 8 demonstra a significativa diminuição da Taxa de Mortalidade Infantil que caiu de 50,36%, em 1991, para 17% em 2010. Esta diminuição deve-se essencialmente às melhorias sociais, nas condições de habitação, saneamento básico e acesso a programas de saúde pré-natal. Esta tendência acompanha a brasileira, que também decresceu significativamente dos 44,7%, em 1991, para 16,7% em 2010 (IBGE, 1991, 2000, 2010a).

Quadro 8 – Indicadores de longevidade, mortalidade e fecundidade do Estado do Amazonas

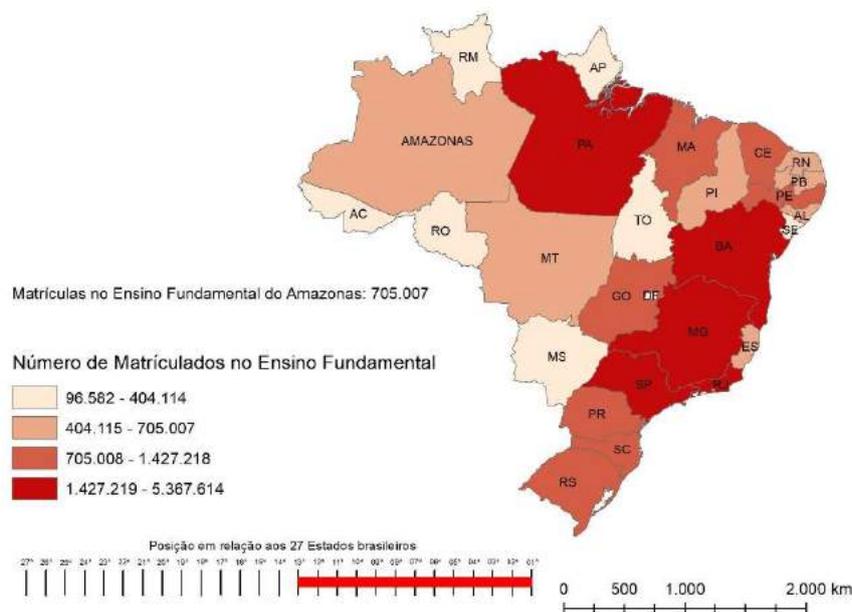
Indicadores	1991	2000	2010
Taxa de Mortalidade Infantil (óbitos com menos 1 ano de idade por 1.000 nados-vivos)	50,36	37,95	17,0
Esperança de vida ao nascer (anos)	63,7	66,5	73,3
Taxa de Fecundidade Total (Número Médio de Filhos por Mulher)	4,5	3,5	2,6

Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

A esperança de vida ao nascer aumentou para o amazonense 9,6 anos entre 1991 e 2010. Essa evolução positiva deve-se, sobretudo, à progressiva melhoria do padrão de vida e ao acesso aos cuidados públicos de saúde. Observa-se que, no que diz respeito a este indicador, o Amazonas tem estado um pouco abaixo da média nacional, que se cifrou em 64,7 anos em 1991 e 73,9 anos em 2010 (IBGE, 1991, 2000, 2010a).

Quanto à frequência do sistema de ensino, entre 2000 e 2010, não houve grandes melhorias no Amazonas. No ano de 2004, apenas 36,2% da população estava matriculada tendo aumentado ligeiramente em 2010 para 36,6%. Segundo as estimativas de 2018, o Estado do Amazonas ocupava a 13ª posição entre os Estados do Brasil, com maior número de alunos matriculados no Ensino Fundamental (705.007 alunos, entre o primeiro e o nono ano de escolaridade) e Ensino Médio (205.698 alunos, entre o décimo e o décimo segundo ano de escolaridade) (IBGE, 2019). Contudo, constata-se que, em 2018, entre os Estados da região Norte brasileira, o Amazonas ocupava a segunda posição em número de alunos matriculados no Ensino Fundamental, ficando atrás apenas do Estado do Pará (Figura 49).

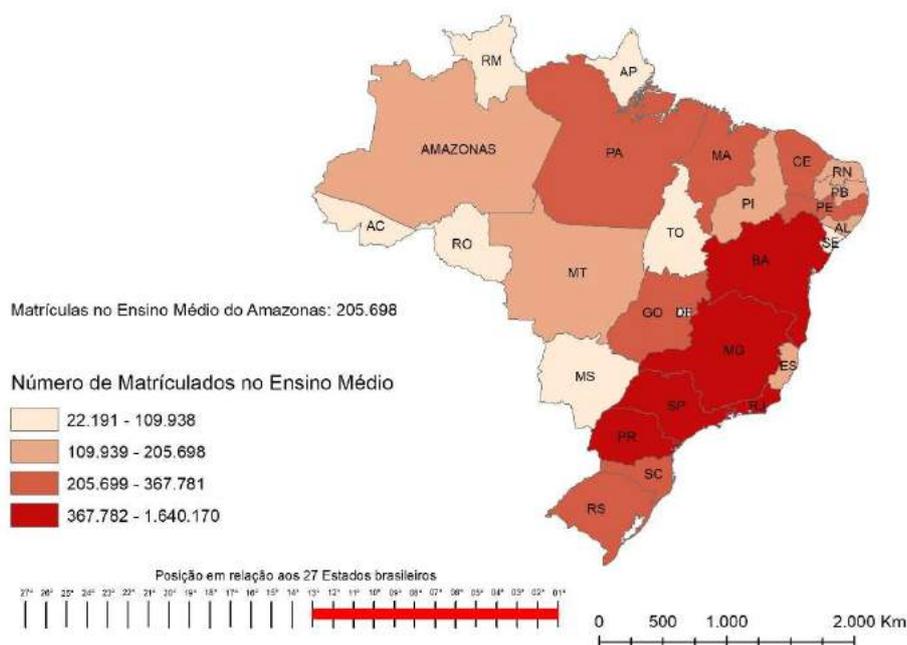
Figura 49 – Número de alunos matriculados no Ensino Fundamental nos Estados brasileiros em 2018



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018).

Em 2018, o número de alunos matriculados no Ensino Médio revela uma equivalência com o Estado do Pará, na região Norte e ligeiramente atrás dos Estados localizados na região Sudeste e dos Estados do Ceará e Bahia, na região Nordeste brasileira (Figura 50). Considerando os níveis de ensino no Estado do Amazonas e o número de alunos matriculados, observa-se que no período entre 2009 e 2018, o Ensino Fundamental foi o nível mais representativo. O número de alunos matriculados no Ensino Fundamental tem vindo a seguir uma tendência de queda, desde 2009. Em sentido contrário está o número de alunos matriculados no Ensino Médio e Pré-escolar. Isso deve-se à evolução demográfica, com a diminuição do número de nascidos vivos no Amazonas e conseqüente diminuição de necessidades no corpo discente do Ensino Fundamental. Segundo os dados do Censo Demográfico realizado em 2010, os níveis mais críticos da educação no Amazonas, estavam na Pré-escola, com apenas 25% das crianças de 0 a 5 anos, matriculadas. As crianças que frequentavam a escola com idade entre 5 e 6 anos representaram 80,52% e aquelas com idade entre 11 e 13 anos fixaram-se em 75,33%. Relativamente aos jovens com idade entre 15 e 17 anos apenas 42,36% já haviam completado o ciclo do Ensino Fundamental e os de idade compreendidas entre os 18 e 20 anos, que concluíram o Ensino Médio, cifraram-se em 28,76%. Na educação de jovens e adultos entre 18 e 24 anos, observava-se que em 2010, apenas 38% dessa faixa etária, visitavam a escola e apenas 10,06% estavam a frequentar o Ensino Superior (IBGE, 1991, 2000, 2010a).

Figura 50 – Número de matriculados no Ensino Médio nos Estados brasileiros em 2018



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018).

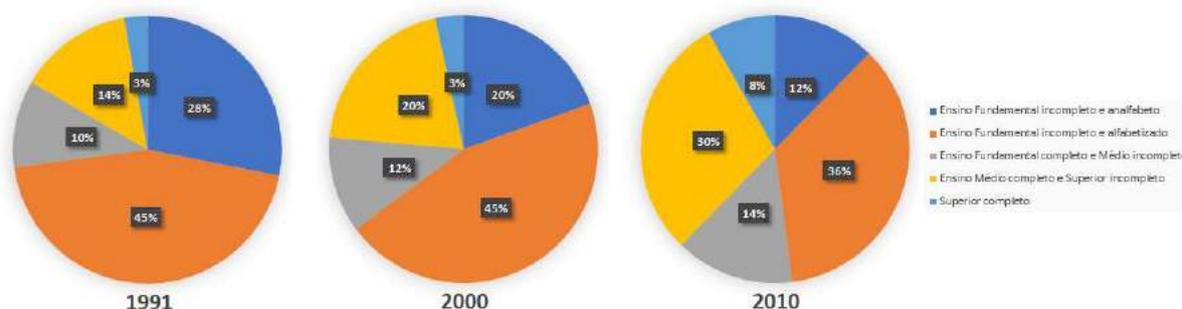
Estes dados mostram a pouca procura por qualificação por parte dos jovens após concluírem o Ensino Médio. A não admissão deste grupo etário nas Instituições de Ensino Superior (IES), leva-os a ter dificuldades posteriores para ingressarem no mercado de trabalho. Muitas vezes passam a desenvolver ofícios que exigem pouca qualificação e como consequência verifica-se uma redução dos salários. A renda familiar mais baixa limita as possibilidades de melhoria social, elevando os índices de vulnerabilidade social. No que diz respeito à expectativa de anos de estudo, verifica-se que o número de anos de estudos, que uma criança deverá completar ao atingir os 18 anos, aumentou de 6,68 anos em 2000, para 8,54 em 2010. No Brasil, passou de 8,76 anos para 9,54 anos, respetivamente (IBGE, 1991, 1992, 2000, 2010a).

Se optarmos por uma análise do nível de escolaridade da população que possui 18 anos ou mais, e que concluiu o Ensino Fundamental, verifica-se uma evolução muito lenta devido à carga negativa das gerações mais antigas, com menor escolaridade. Entre 2000 e 2010, essa percentagem passou de 37,14% para 54,87%, no Amazonas e de 39,76%, para 54,92%, no Brasil (IBGE, 1991, 2000, 2010a).

No Amazonas os indivíduos que não sabem ler nem escrever com idade de 25 anos ou mais, atingiram, em 2010, os 12,30% enquanto 52,07% possuía o Ensino Fundamental completo, 37,77% possuía o Ensino Médio completo e apenas 8,23%, possuía o Ensino Superior completo (Figura 51). No Brasil,

estas percentagens eram, respetivamente, de 11,82%, 50,75%, 35,83% e 11,27% (IBGE, 1991, 2000, 2010a).

Figura 51 – Escolaridade da população com 25 anos ou mais, no Amazonas em 1991, 2000 e 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

O rendimento médio *per capita* do Amazonas aumentou 56,09% entre os anos de 1991 e 2010. Passou de R\$ 345,82, em 1991, para R\$ 539,80, em 2010, o que possibilitou uma taxa média anual de crescimento de 2,37% (Quadro 9). A proporção de pessoas pobres, ou seja, com rendimento familiar *per capita* inferior a R\$ 140,00 (a preços de agosto de 2010), diminuiu de 45,00%, em 1991 para 30,78%, em 2010. Apesar do aumento progressivo do salário mínimo, o Estado do Amazonas ficou muito atrás de outros Estados brasileiros, situando-se na terceira pior posição (IBGE, 1991, 2000, 2010a).

Quadro 9 – Indicadores de renda, pobreza e desigualdade do Estado do Amazonas nos anos de 1991, 2000 e 2010

Indicadores	1991	2000	2010
Rendimento <i>per capita</i> (reais)	345,82	351,63	539,80
Proporção de pobres (%)	45,00	48,50	30,78
Índice de Gini	0,62	0,67	0,65

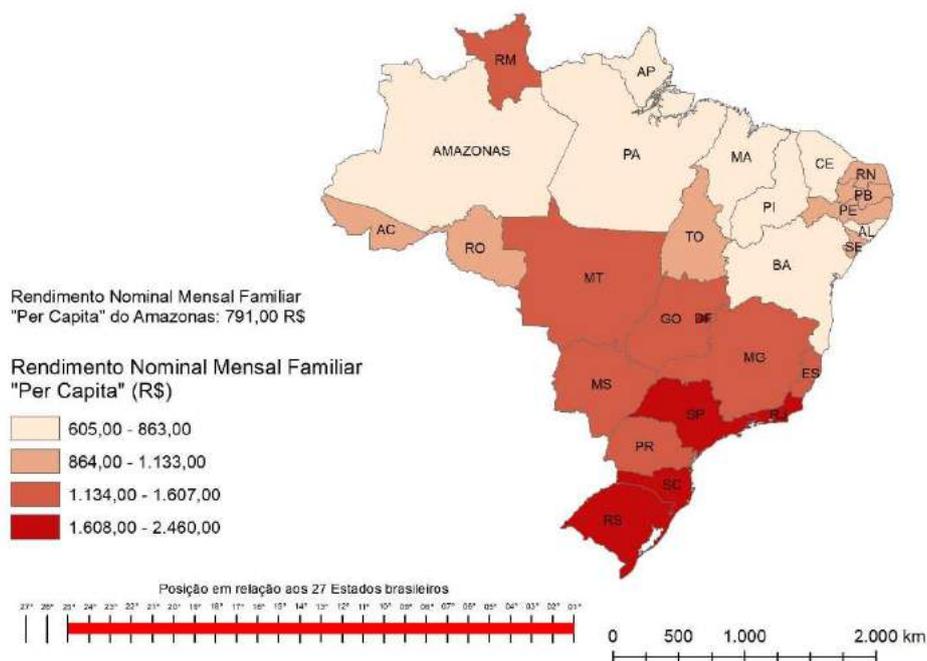
Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

O Índice de Gini mede os níveis de desigualdade de renda numa escala que varia entre 0 e 1, onde 0 representa uma situação hipotética em que todos têm a mesma renda, e 1 onde apenas uma pessoa detém a renda total do lugar, numa situação de completa desigualdade. O Estado do Amazonas tem revelado uma desigualdade da renda tendo passado de 0,62, em 1991, para 0,65 em 2010 (Quadro 9).

O Amazonas equipara-se a alguns Estados da região Nordeste em rendimento nominal mensal familiar *per capita* (Figura 52). Historicamente as regiões do Nordeste e do Norte do Brasil apresentam valores

inferiores às regiões Sudeste e Sul denunciando uma desigualdade regional que caracteriza o Brasil. Esta desigualdade pode estar relacionada com os processos históricos de ocupação diferenciada nessas regiões e ao mesmo tempo com as condições ambientais adversas sobretudo no Nordeste. Tal contexto, influencia diretamente o desenvolvimento econômico e social dos territórios mais setentrionais do Brasil. Considerando os Estados da região Norte, o Amazonas ocupa as posições inferiores o que equivale ao Estado com pior rendimento da região (IBGE, 2019).

Figura 52 – Rendimento nominal mensal familiar *per capita*, nos Estados brasileiros em 2018



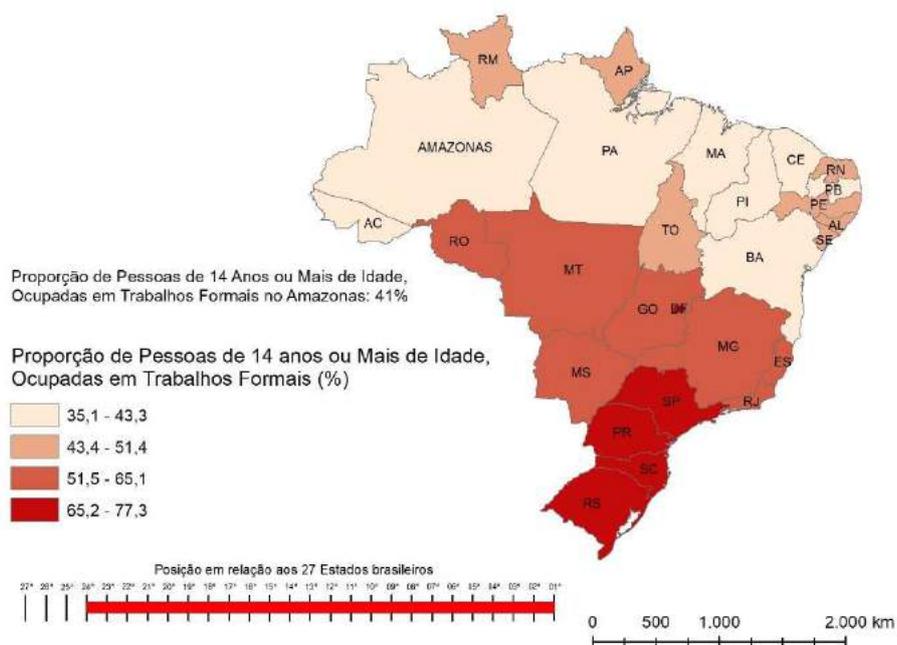
Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018).

Em 2010, o Estado do Amazonas apresentou uma das médias mais elevadas de moradores por domicílios do país (4,0) e o seu rendimento familiar *per capita* apresentava a maior frequência (31%) no grupo que possuía renda até meio salário mínimo. Estes dados apontam que mais de metade (61%) dos domicílios amazonenses, possuíam um rendimento familiar *per capita* entre 0 e 1 salário mínimo. Os níveis de renda *per capita* entre os domicílios no Amazonas têm vindo a agravar-se, caracterizando assim um aumento da precarização da renda *per capita* (IBGE, 2000, 2010a).

Considerando as taxas de ocupação da população com 14 anos de idade ou mais, em empregos formais (Figura 53), verifica-se que em 2019, apenas 41% da população do Estado, se encontrava ocupada formalmente. Estes dados revelam as elevadas taxas de trabalho informal e de desemprego no Amazonas em que a população economicamente ativa está centrada na sua própria sobrevivência e na dos seus

dependentes. Essa realidade é reflexo dos indicadores de educação do Estado que apontam para uma baixa qualificação profissional da população economicamente ativa e para os seus baixos níveis de escolaridade, contribuindo para o aumento das dificuldades de inserção no mercado de trabalho formal (IBGE, 2019).

Figura 53 – Taxas de emprego de pessoas com 14 anos ou mais de idade em trabalhos formais nos Estados brasileiros em 2019



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2019).

Ao se relacionar a realidade do Amazonas com os restantes Estados brasileiros, constata-se que o Amazonas se encontra na quarta pior posição em relação à proporção de pessoas ocupadas em trabalhos formais (Figura 53). Apesar do Brasil possuir leis que proíbem o trabalho de indivíduos com menos de 16 anos, é possível o exercício de funções na condição de aprendiz a partir dos 14 anos. Por essa razão o IBGE considerou nos seus inquéritos, a idade de 14 anos, como parâmetro para o cálculo da percentagem da população empregada entre os Estados brasileiros (IBGE, 2019).

No Amazonas, em 2010, das funções desenvolvidas pela população empregada, com 18 anos ou mais de idade, 18,95% trabalhavam no setor agropecuário, 0,42% na indústria extrativa, 11,54% na indústria de transformação, 6,41% no setor de construção, 0,82% nos setores de utilidade pública, 14,92% no comércio e 41,07% no setor de serviços (IBGE, 2010a).

Quanto ao acesso aos serviços básicos, tem vindo a melhorar desde 1991. Em 1991 apenas 50,16% da população urbana possuía acesso a água canalizada nas habitações enquanto em 2010 esse quantitativo se aproximou dos 78% (Quadro 10) (IBGE, 1991, 2000, 2010a).

A ampliação da rede elétrica nos domicílios, possibilitou o acesso a outros bens e serviços. Entre eles destaca-se o acesso aos serviços de telefonia fixa e móvel. O acesso à energia elétrica atingia, em 1991, 73,06% da população no Amazonas. Em 2010 essa percentagem elevou-se para 92,18%. Entre 2000 e 2010, o serviço de telefonia fixa decaiu em 12% enquanto o uso dos telemóveis cresceu e passou a apresentar uma taxa de presença em 81,3% das residências, seguindo a tendência mundial para a priorização dos serviços de telefonia móvel, em detrimento da telefonia fixa.

Os serviços de internet também tiveram um crescimento nos domicílios, passando de 6% em 2000, para 16% em 2010. De modo geral, em 2010, observou-se uma evolução positiva no acesso aos bens e serviços no Amazonas, destacando-se o aumento da presença dos computadores (29%) e TV (98%) nos domicílios do Estado (IBGE, 1991, 2000, 2010a). Ao nível da recolha de Resíduos Sólidos Urbanos observou-se uma melhoria do serviço prestado à população tendo aumentado de 60%, em 1991, para 93% em 2010 (Quadro 10) (IBGE, 1991, 2000, 2010a).

Quadro 10 – Acesso a serviços básicos nos domicílios urbanos no Amazonas em 1991, 2000 e 2010

Indicadores	1991	2000	2010
% da população em domicílios com água canalizada	50,16	54,76	77,32
% da população em domicílios com energia elétrica	73,06	82,15	92,18
% da população em domicílios com recolha de resíduos sólidos urbanos	60,06	78,42	92,98

Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

3.3.3 A microrregião do Alto Solimões e o município de Tabatinga

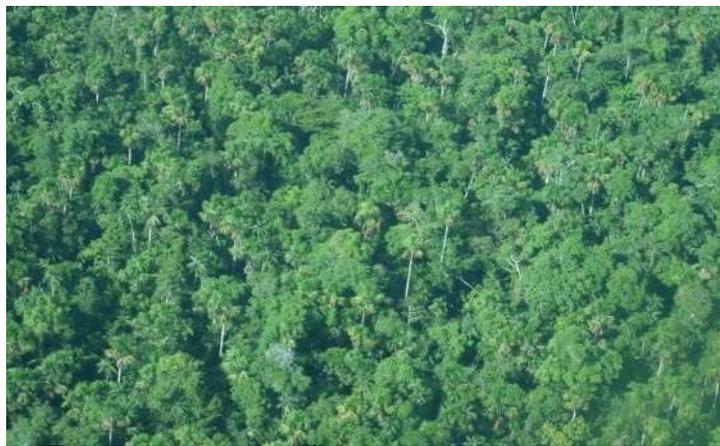
Na paisagem, a vegetação apresenta-se como o resultado das diferentes condições ambientais. A articulação entre as componentes do potencial ecológico, interferem na ação dos processos morfoclimáticos, pluviométricos e térmicos do solo e do ar, assim como nos processos morfogenéticos e pedogenéticos.

Na microrregião do Alto Solimões, os estágios vegetacionais estão correlacionados com os processos morfogenéticos (modelados de erosão ou acumulação fluvial) atuantes. Além da relação com os processos morfogenéticos, as condições vegetais também estão relacionadas com as condições do teor de água no solo ou na atmosfera, fazendo também a diferenciação fisionômica da seleção floral (Fernandes, 1998).

O município de Tabatinga apresenta alguma semelhança de domínios naturais paisagísticos com os restantes municípios da microrregião do Alto Solimões. Destacam-se nele as imensas áreas florestadas e a grande influência do rio Solimões. Verificam-se pequenas variações da vegetação e dos seus ecossistemas, tendo em vista as poucas diferenças topográficas da área que colabora para que a paisagem se repita em grandes extensões de terra, tornando-se, muitas vezes, monótona para o observador.

A forte presença de uma vegetação de grande porte (Figura 54) explica-se pelas elevadas cargas energéticas recebidas do sol, na zona equatorial, com consequentes elevadas temperaturas e níveis elevados de humidade que colaboram para a dinâmica biológica e de sustentação da flora.

Figura 54 – Vegetação em Mata de Terra Firme no município de Tabatinga



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese com um drone em março de 2017.

O complexo vegetacional do município engloba uma cobertura do tipo floresta que se distingue a partir das suas características em dois grupos: uma floresta densa e uma mais aberta e espaçada. A floresta densa desenvolve-se em áreas menos dissecadas no planalto e a floresta mais aberta fica circunscrita às áreas mais dissecadas das depressões e nos interflúvios do planalto, ocorrendo nela algumas manchas de vegetação pioneira.

No mosaico amazónico, a microrregião do Alto Solimões apresenta, na região do Vale do rio Javari, uma cobertura vegetal em florestas ombrófilas abertas e no restante do território da microrregião, a predominância de florestas ombrófilas densas. Verificam-se dois grandes ambientes que caracterizam a microrregião: a Terra Firme e as Várzeas, distribuídas nas margens dos rios.

Os rios que banham a microrregião do Alto Solimões, além de permitirem a acessibilidade, propiciam a manutenção do ecossistema e a oferta de recursos hídricos da região. As maiores procuras pelo uso da água na região correspondem, por ordem decrescente, à utilização para irrigação, ao uso urbano, ao uso na pecuária e uso industrial.

O rio principal é o Solimões, seguido pelo rio Javari, que divide a microrregião com o Peru e o rio Içá proveniente da Colômbia. Destacam-se também ao nível microrregional os rios Curuçá, Ituí, Itaguaí, Jandiatuba, Jutai e os seus afluentes Bóia, Mutum e Biá. É frequente, pela grandiosidade da bacia amazônica, a existência de ilhas fluviais, onde se destaca a ilha Aramaçá (Ministério das Minas e Energia, 1974; Braga, 1979; Machado, 2010; Agência Nacional de Águas, 2011).

A fauna, da mesma forma que a vegetação, é bastante rica. Concentra-se na sua maioria nos ambientes fluviais e na floresta densa, longe do espaço urbanizado e livre das ações predatórias do ser humano. Esses ambientes assumem-se como verdadeiros nichos ecológicos e ambientes onde encontram proteção para se desenvolverem. Nos ambientes aquáticos observa-se uma rica diversidade em peixes e anfíbios. Nas florestas densas encontram-se com maior frequência os répteis, as aves e os mamíferos que preferem esse habitat.

Nas margens do rio Solimões, Tabatinga sofre grande influência da dinâmica fluvial, que tem participação no contributo hídrico para a atmosfera, a partir dos processos de evaporação e que condicionam parte da necessidade hídrica para a formação das chuvas. O clima é tropical de monção (Am) e pertence ao domínio morfoclimático amazônico, caracterizado pela humidade e calor, temperaturas altas e chuvas rápidas torrenciais (INMET, 2018).

Entre os meses de julho e agosto ocorrem, anualmente, friagens no município, como consequência das massas de ar frio, provenientes da Cordilheira dos Andes. Uma vez que Tabatinga se localiza no eixo central oeste-leste do Estado do Amazonas, na direção em que circulam as massas de ar, o município recebe chuvas em períodos maiores do que os municípios localizados mais ao sul do Estado e também do que os municípios mais a norte. As precipitações ocorrem tanto no verão austral, de janeiro a março, quanto no verão boreal, de maio a julho. As taxas anuais de precipitação são da ordem de 2.700 mm (INMET, 2018).

Ao longo do ano as temperaturas variam em média, entre 22°C e 31°C. A percentagem média de céu encoberto por nuvens sofre significativa variação sazonal ao longo do ano. A época menos encoberta começa por volta de 26 de maio e termina por volta de 18 de setembro. A época mais encoberta começa

por volta de 18 de setembro e termina em torno de 26 de maio. A duração do dia em Tabatinga não tem variação significativa ao longo do ano, tendo apenas em média, 22 minutos a mais ou a menos em 12 horas.

A sensação de umidade também não varia muito ao longo do ano. A velocidade horária média do vento permanece entre 0,2 km/hora e 2,9 km/hora, durante o ano inteiro. A média diária de energia solar de ondas curtas incidente por metro quadrado permanece entre mais ou menos 0,4 quilowatt-hora e 4,9 quilowatt-hora durante o ano. A evapotranspiração potencial da área está sempre acima de 1.400 mm anuais.

As condições geológicas são denunciadas pela composição físico-química das águas dos seus igarapés e do rio principal. Apresentam uma coloração branca ou amarelada devido à grande carga sedimentar de granulometria fina, que desagrega das rochas sedimentares e do solo de composição majoritariamente argilosa, arrastando e rolando areias a partir de processos erosivos (Ab'Sáber, 2003; CPRM, 2010).

O município de Tabatinga está instalado sobre terrenos arenoargilosos bem consolidados, não sujeitos às enchentes e está incluído nos domínios da província geológica dos depósitos cenozoicos, que englobam os sedimentos plio-pleistocénicos, da Formação Solimões e dos depósitos aluvionares holocénicos, associados à rede de drenagem com as Aluviões Indiferenciadas, sobre terraços fluviais e as Aluviões Atuais das planícies de inundação (Figura 55). O relevo modela-se a partir de sedimentos areníticos do Terciário e depósitos também ligados ao Quaternário (Brasil, 1977).

Figura 55 – Depósitos aluvionares do Holoceno associados à rede de drenagem em Tabatinga



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em fevereiro de 2018.

Afloram em Tabatinga, leitos horizontais de argilas cinzas e vermelhas, com veios de carvão argiloso e linhito, subordinados a arenitos e a gipsita, concentrados na sua maioria nas proximidades do bairro Comara, próximo ao aeroporto (Figura 56).

Figura 56 – Afloramentos de linhitos da Formação Solimões em Tabatinga



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em fevereiro de 2018.

A espessura da camada de linhito ronda os 1,50 m de profundidade e sobre ela encontram-se fragmentos de árvores erodidas das margens do rio e transportadas ao longo do curso de água. Noutras áreas, identificam-se depósitos fluviais, caracterizados por fácies de planície de inundação, com frequentes seções sedimentares espessas e amplas. A existência de alternância entre camadas sedimentares, com granulometria em siltes, argilas e areias, denuncia ciclos. Isto explica-se pela variação dos níveis de drenagem a que o rio Solimões foi submetido a partir do contributo de água vinda dos Andes e que está relacionada com a capacidade de deposição e/ou erosão nas suas margens (terras firmes) (Ministério das Minas e Energia, 1974; Reis *et al.*, 2006; CPRM, 2010).

O rio Solimões e o conjunto dos seus afluentes apresentam um traçado sinuoso, com a predominância de meandros, com forte presença erosiva do lado côncavo e de deposição no lado convexo, onde é menor a velocidade da corrente. Os percursos dos rios são inconstantes notando-se a migração dos canais fluviais ao longo do tempo (Figura 57). Também se observa a presença de diques aluviais, com processos de colmatagem e em planícies de inundação. Evidencia-se, em alguns casos, a existência de processos neotectónicos de encaixe da rede de drenagem e deformação do traçado meândrico original (Ministério das Minas e Energia, 1977; CPRM, 2010; Agência Nacional de Águas, 2013).

Figura 57 – Meandros e abandono de canais na hidrodinâmica fluvial do Solimões

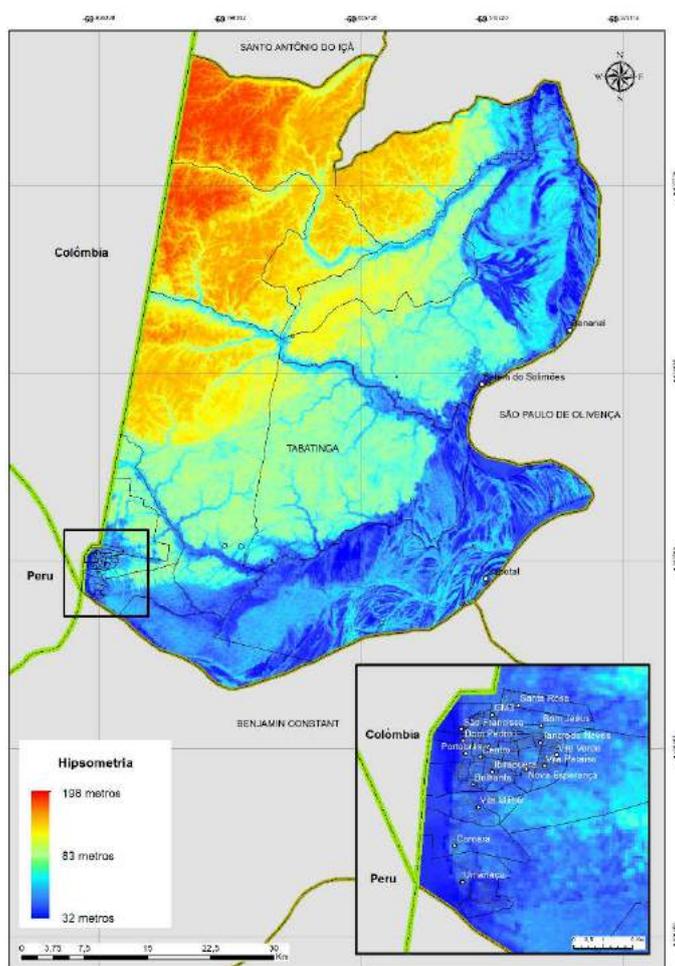


Fonte: Imagem Landsat, 2020. Copernicus, Maxar Technologies, U. S. Geological Survey, Dados do Google Maps, 2020.

Em Tabatinga a geomorfologia é marcada por áreas planas com pouca variação altimétrica. Evidencia-se a presença de interflúvios tabulares, relevos dissecados em pequenas colinas, superfícies onduladas, planícies aluviais e terraços. Considerando um *buffer* de 3 Km em torno de Tabatinga a variação altimétrica máxima aproxima-se dos 55 metros e em 16 Km a variação ronda os 79 metros. A média altimétrica é de 97 metros para o município. A altitude mínima é de 56 metros e a máxima chega aos 179 metros, como pode observar-se pelo mapa hipsométrico representado na Figura 58 (Ministério das Minas e Energia, 1977).

Os interflúvios tabulares são as feições geomorfológicas mais presentes na área de estudo. Considerando a fragilidade da capacidade de entalhe, da rede de igarapés, em Tabatinga, observa-se apenas algumas variações nos níveis de grandeza das dissecações nestas feições, apesar de se observar que o comportamento dos igarapés, nos seus encontros com o rio Solimões, apresentam uma maior capacidade de aprofundamento da superfície, possibilitando uma variação topográfica maior. Nestes ambientes, sejam em interflúvios dissecados ou em interflúvios tabulares conservados, verifica-se a intercalação de florestas de palmeiras com grupamentos de árvores altas (Ministério das Minas e Energia, 1977; Ab'Sáber, 2005, 2010).

Figura 58 – Mapa hipsométrico do município de Tabatinga



Fonte: Elaboração própria com base em imagens de satélite do Basemap Online e do Modelo Digital de Terreno (MDT), a partir da construção de mosaico das cenas SA-19-Y-D e SB-19-V-B e obtidas em Miranda (2005).

Próxima a Tabatinga, a planície do Solimões desenvolve-se numa área de extensão aproximada de 1 km de largura com trechos em canal único que podem chegar a 1,5 km de extensão em faixa de aluviões quaternários. Nas áreas onde a planície é periodicamente inundada, observa-se a presença de florestas de porte médio e ricas em seringueiras. Nas planícies permanentemente inundadas, a fitoecologia evidencia a presença de espécies decíduas, com estrutura florestal densa e com condições para o desenvolvimento de epífitas (Ministério das Minas e Energia, 1977; Braga, 1979; Fernandes, 1998).

As formas geomorfológicas foram esculpidas a partir dos sedimentos da Formação Solimões, que corresponde ao estrato mais superficial da bacia sedimentar. Esse estrato sofre constantemente desgaste a partir de processos erosivos, que contribuem para a formação do relevo em Tabatinga, sobretudo no

bairro da Comara (Figura 59) e de processos deposicionais dos aluviões que modelam a superfície nas áreas de interflúvios.

Figura 59 – Ocorrência de processo erosivo em Tabatinga



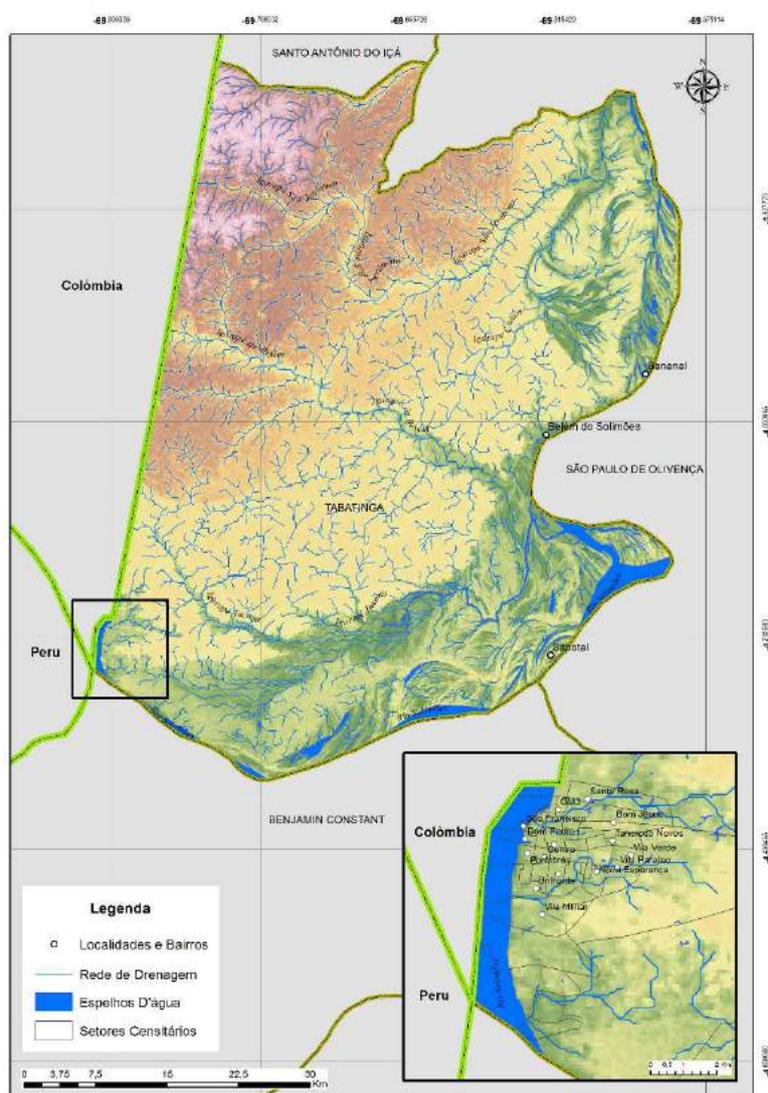
Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em março de 2018.

Em Tabatinga, a instabilidade morfodinâmica evidencia um desequilíbrio entre os elementos que compõem a paisagem, designadamente nas componentes pedológica, morfológica e/ou fitológica. A modificação de um destes elementos poderá desencadear alterações e impactes no outro elemento, comprometendo todo o sistema.

A rede hidrográfica caracteriza-se por um padrão dendrítico a sub-dendrítico (Figura 60). Nas áreas de influência do município de Tabatinga, o rio Solimões comporta-se sem a presença de meandros harmoniosos ou sucessivos e com sinuosidades assimétricas nas suas curvas, sobretudo no trecho entre as comunidades rurais de Sapotal e Belém do Solimões.

O município insere-se numa das maiores bacias hidrográficas do planeta. As águas subterrâneas estão localizadas nos domínios das rochas sedimentares e nos depósitos aluvionares. São domínios de pouca permeabilidade, considerando a presença de argila e silte na estrutura pedológica. A característica argilosa da litologia e os solos originários destes sedimentos, possibilitam ao lençol freático uma posição especial, com a proteção da cobertura florestal (CPRM, 2010; Agência Nacional de Águas, 2017).

Figura 60 – Rede de drenagem e espelhos de água em Tabatinga



Fonte: Elaboração própria com base em imagens de satélite do Modelo Digital de Terreno (MDT), a partir da interpretação das cenas SA-19-Y-D e SB-19-V-B.

O Quadro 11 apresenta as tipologias de solos e as suas respectivas associações morfológicas para Tabatinga. Torna-se evidente a pouca variabilidade do solo, a partir da correlação com o substrato litológico e a compartimentação geomorfológica.

Quadro 11 – Associação morfopedológica do município de Tabatinga

Morfodinâmica	Unidades Geomorfológicas	Feições morfológicas	Associações de solos
Formas de acumulação	Planície fluvial	Planície fluvial do Solimões	Associação de solos Aluviais Eutróficos

	Planície lacustre e áreas de acumulação inundáveis	Planície lacustre	Associação de solos Hidromórficos Gleyzados Distróficos
		Áreas de acumulação inundáveis	Associação de solos Hidromórficos Gleyzados Eutróficos
Formas de dissecação	Interflúvios tabulares	I.T. com intensidade de aprofundamento da drenagem muito fraca e com ordem de grandeza de dissecação < 250m	Associação de solos Podzólicos Vermelho Amarelo
		I.T. com intensidade de aprofundamento da drenagem muito fraca e com ordem de grandeza de dissecação entre 250 e 750m	
		I.T. com intensidade de aprofundamento da drenagem muito fraca e com ordem de grandeza de dissecação entre 750 e 1750m	

Fonte: Adaptado do Ministério das Minas e Energia (1977).

Os solos apresentam características argilosas com fertilidade baixa, pouca capacidade de drenagem e limitações para as práticas agrícolas (Quadro 12). Os solos Podzólicos Vermelho Amarelo têm origem nos sedimentos plio-pleistocênicos da Formação Solimões, onde as argilas silicatadas contribuem para a má drenagem, semi-impermeabilização e pouca ação do intemperismo. Por seu turno, as superfícies dos interflúvios tabulares, onde o mesmo solo é observado, caracterizam-se por uma maior aeração, profundidade, friabilidade e maior intemperismo.

Quadro 12 – Tipologia pedológica, características e limitações em Tabatinga

Solos	Feições morfológicas	Caraterísticas	Limitações
Podzólico Vermelho Amarelo - PB13	Interflúvio Tabulares	Podzólico Vermelho Amarelo Álico plintico: argila de atividade baixa, textura argilosa, floresta aberta, relevo plano. Podzólico Vermelho Amarelo Álico: argila de atividade alta, textura argilosa, floresta aberta, relevo suave ondulado.	Suscetibilidade à erosão e pouca fertilidade.
Podzólico Vermelho Amarelo - PB16	Interflúvio Tabulares	Podzólico Vermelho Amarelo Álico: argila de atividade baixa, textura argilosa. Podzólico Vermelho Amarelo Álico plintico: argila de atividade baixa, textura argilosa. Latossolo Amarelo Álico: textura muito argilosa, floresta densa, relevo suave ondulado e plano.	Drenagem imperfeita; baixa fertilidade natural; acidez elevada e suscetibilidade à erosão.

Solos Hidromórficos Gleysados Eutróficos - HGe4	Áreas de acumulação inundável	Gley Pouco Húmico Eutrófico: argila de atividade alta e textura indiscriminada. Solos Aluviais Eutróficos: argila de atividade alta e textura indiscriminada. Gley Húmico Eutrófico: argila com atividade alta, textura indiscriminada, floresta densa e aberta aluvial e relevo plano.	Drenagem imperfeita; riscos de inundações e média fertilidade.
Solos Hidromórficos Gleyzados Distróficos - HGd1	Planícies Lacustres	Gley Pouco Húmico Álico: argila de atividade baixa, textura indiscriminada, floresta aberta aluvial e relevo plano.	Drenagem imperfeita; impedimento à mecanização; risco de inundação e baixa fertilidade natural.
Solos Aluviais Eutróficos - Ae	Planícies Fluviais	Solos Aluviais Eutróficos: argila de atividade alta e textura indiscriminada. Gley Pouco Húmico Eutrófico: argila de atividade alta e textura indiscriminada. Gley Húmico Eutrófico: argila de atividade alta, textura indiscriminada, floresta aberta aluvial e relevo plano.	Risco de inundações; mal drenados.

Fonte: Adaptado do Ministério das Minas e Energia (1977).

A presença dos solos Hidromórficos Gleyzados Eutróficos é bastante representativa devido à densidade da rede hidrográfica, que promove a deposição dos sedimentos nos ambientes de terraços e nas planícies fluviais. Os sedimentos são majoritariamente compostos por argilas, silte e areias finas sujeitos a longos processos hidromórficos, tornando-se pobres em ferro e apresentando cores gleyzadas (Ministério das Minas e Energia, 1974; CPRM, 2010).

Os solos Aluviais Eutróficos, também são predominantes no município aparecendo com caráter subdominante associado aos solos Gley Pouco Húmico e Gley Húmico. Nesta classe os sedimentos depositados no processo de enchente e vazante do rio apresentam características químicas e húmicas bastante variáveis, dando origem a solos eutróficos ou álicos (Ministério das Minas e Energia, 1974; CPRM, 2010).

Os solos que apresentam as melhores condições para a agricultura e com cultivos anuais, são representados pelos Gley Pouco Húmico Eutrófico, Gley Húmico Eutrófico e os solos Aluviais Eutróficos, que ocorrem nas áreas de influência fluvial. Nos ambientes fluviais as enchentes anuais possibilitam uma revitalização da fertilidade dos solos, nessas áreas, em razão da carga sedimentar e da matéria orgânica, transportada pelas águas, possibilitando a agricultura de várzea. A agricultura local permite a subsistência das famílias em Tabatinga, embora em algumas situações, o excesso de água, a grande

atividade das argilas e as dificuldades técnicas de drenagem sejam factores que limitam o desenvolvimento de culturas perenes.

A identificação e delimitação das unidades geoambientais foi resultado da análise das condições ambientais. Essas condições, comuns aos espaços, possibilitam a existência de relações mútuas, que se estabelecem entre parcelas da paisagem, constituindo o potencial ecológico e a exploração biológica dos geoambientes.

Na delimitação dos geoambientes, diversos elementos foram levados em consideração, tais como os aspetos pedológicos, hidrológicos, climáticos, fitológicos, geológicos e geomorfológicos. Estes últimos correspondendo à componente de maior importância, por constituir aquela onde se verificam as relações e interações geoambientais, nas unidades mapeadas, sendo possível uma delimitação com maior precisão de detalhe dos geoambientes em Tabatinga.

Os terrenos existentes em Tabatinga são, de forma geral, de neoformação, submetidos a ações constantes das influências dos rios, dos ventos e da chuva. De acordo com a classificação geossistémica, proposta por Bertrand (1968) as áreas são categorizadas segundo as suas dinâmicas, o seu sistema de evolução, a fase adquirida em relação ao clímax e o seu sentido de dinâmica (regressiva, estável ou progressiva).

Com efeito, Tabatinga inclui-se numa tipologia de ambiente geossistémico em resistasia, caracterizado por uma atividade geomorfogenética superior à pedogenética. Os processos erosivos, de acumulação e transporte, são bastante evidentes na constante mobilidade do terreno e no potencial ecológico do município. Nesse geossistema podem distinguir-se dois níveis de intensidade: os de morfogénese natural e os de morfogénese ligada à ação antrópica.

A confluência intersistémica da planície fluvial gera ambientes de dinâmica complexa. Podem ser definidos dois grupos de elementos dinâmicos: os de curta duração (ventos, chuvas, correntezas e ondas) e os de longa duração (processos tectónicos, geoidais e macroclimáticos). O produto da complexa relação de forças atuantes entre esses elementos, traduzem-se na variedade de ambientes com influência fluvial. As formas fluviais apresentam graus variados de vulnerabilidade, mas na maioria das vezes, são de grande fragilidade ambiental quanto ao equilíbrio dinâmico.

O município de Tabatinga compartimentou-se geoambientalmente nos seguintes geofácies: a) Terrenos Aluviais (de formação geológica mais recente); b) Terras Firmes (com morfologia em Tabuleiros e

Colinas); c) Campinas (Campinaranas) e d) Águas Superficiais (igarapés, lagos de várzeas e lagos de terra firme).

Os Terrenos Aluviais amazônicos correspondem a uma faixa de terra mais ou menos plana, de natureza sedimentar e onde os processos de agradação superam os de degradação. São consideradas áreas de planícies fluviais continentais de grande extensão, sendo uma forma morfológica dominante na região e de origem neotectónica (Guerra e Guerra, 2009).

Os Terrenos Aluviais são adequados às atividades agrícolas produtivas, devido à preponderância de solos mais férteis. Apesar disso esses ambientes apresentam fortes fragilidades no equilíbrio ambiental sendo, por isso, fortemente vulneráveis à ocupação humana. As obras de construção civil e de infraestruturas devem ser orientadas por um Estudo de Impacte Ambiental (EIA). Verifica-se, no entanto, apesar da legislação ambiental, um significativo número de ocupações irregulares que colaboram para o aumento da vulnerabilidade ambiental desses espaços.

É importante salientar que esse geofácio apresenta um elevado potencial para as atividades de pesca, de lazer e turismo, desde que sejam respeitadas e identificadas as suas capacidades de carga. Infelizmente, verifica-se nessas áreas, um intenso processo de ocupação desordenada devido à falta de planejamento e organização do espaço urbano em Tabatinga (Figura 61).

Figura 61 – Ocupação inadequada e instalação de feiras em áreas aluviais no rio Solimões em Tabatinga



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em fevereiro de 2017.

Os Terrenos Aluviais (Planície Fluvial) têm o seu desenvolvimento diretamente ligado à carga sedimentar depositada pelo rio, pelos seus afluentes e pela microrede de drenagem do município. Os aspetos

fitofisionômicos das áreas de aluvião decorrem da maior ou menor proximidade do rio, dependendo do cinturão húmido, sujeito às inundações. Entre os aspetos adversos às plantas, sobressai, em alguns locais, o efeito persistente da erosão, com conseqüente mobilização do substrato. A faixa é limitada pelo seu potencial vegetacional, apresentando uma cobertura vegetal aberta e expondo parte dos sedimentos. Observam-se poucos afloramentos rochosos, exceto na área da Comara, que se localiza nas proximidades do aeroporto e que são constituídas por material linitico. O afloramento é motivado principalmente pela ação erosiva do rio nos períodos de baixa do nível das águas (vazante). A formação de linhitos interfere na dinâmica hidrológica e batimétrica do canal interno (leito) nesse ponto do rio, provocando o desvio, por meio da erosão das margens (erosão marginal), na qual as margens perdem suas sustentações, desabam em movimentos gravitacionais de massa do tipo escorregamento rotacional (*slump*) (Selby, 1993), gerando a jusante processos de assoreamento do canal (Figura 62).

Figura 62 – Erosão fluvial com rutura planar em degraus no bairro Comara em Tabatinga



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em fevereiro de 2017.

Os Terrenos Aluviais existentes encontram-se bastante modificados, com acentuada degradação, sobretudo no entorno do núcleo urbano de Tabatinga. Nessas áreas, a ocupação residencial e comercial desordenada amplia as fragilidades ao potenciar os processos morfodinâmicos (Figura 63).

Figura 63 – Instabilidade do terreno provocada por ocupação irregular de comércio informal e interferência na rede de drenagem



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em março de 2016.

Esse geofácio, que compreende aproximadamente uma área de 1.006,88 km², está sujeito às inundações periódicas, por serem áreas planas e próximas da calha principal do rio Solimões. Os mecanismos físicos de controle da hidrodinâmica fluvial variam no sentido vertical, influenciando diretamente na distribuição de matéria orgânica e sedimentos na área. A hidrodinâmica dos canais e igarapés é caracterizada pelo fluxo em canais rasos, com tendência para uma diminuição dos níveis da batimetria. Nos canais fluviais, o padrão é anastomótico e meândrico, com escoamento tortuoso da água, com mudanças bruscas de direção e formação de bancos de areia em alguns trechos do rio Solimões (Carneiro *et al.*, 2009; Paiva e Getirana, 2013).

Os bancos de areia são formados por sedimentos advindos das áreas de aluvião, pela ação da erosão e da vazão fluvial, que movimentam os sedimentos de fundo do canal. Nas enchentes, o fluxo do rio reconfigura a dinâmica regulando os índices de poluição e atuando como barreira hidrodinâmica fazendo pressão lateral nos tabuleiros colaborando para a sua fragilidade e desmoronamento na fase de estiagem (Suguio e Bigarella, 1990; Suguio, 2003).

O movimento de sedimentos nos terrenos aluviais, cria condições geoecológicas propícias à limitação da ocupação nessas áreas e ao aumento da morfogênese, apesar de serem ambientes com elevada produtividade biológica. Fonte de matéria orgânica e nutrientes, desempenham uma função ecológica importante, servindo de berçário para a proliferação de diversas espécies.

É um geofácio com muitas potencialidades apresentando condições favoráveis ao desenvolvimento de diversas atividades económicas, principalmente, para a aquicultura. Também apresenta potencialidades ao nível da pesca artesanal, ecoturismo, agricultura, exploração mineral e de recurso hídrico, educação ambiental e pesquisa científica. Este ambiente é desfavorável às atividades agrícolas e extrativistas intensivas, mineração não controlada, loteamentos indiscriminados e implantação de vias. Sob o ponto de vista ecodinâmico, o ambiente é fortemente instável, com elevada vulnerabilidade à ocupação, condição que justifica as restrições de uso. A fragilidade do equilíbrio ecológico e a importância natural e social presumem tais ambientes como áreas a serem conservadas e mantidas sob controlo e monitorização ambiental.

As Terras Firmes compreendem o geofácio de maior representatividade espacial na área do município de Tabatinga (2.103,42 Km²). Apresentam um relevo em formas colinosas e tabulares, com solos pouco férteis, profundos e relativamente estáveis. Possuem uma cobertura vegetal com árvores de grande porte e estrutura em mata fechada com grande diversidade florística.

Os Tabuleiros constituem superfícies planas acima das cotas das cheias do rio Solimões, apesar de estarem inseridos na Depressão Amazônica. Compreendem uma área total de 1.225,52 km² e localizam-se num território cuja variação altimétrica oscila entre os 70 e os 115 metros de altitude. Situam-se numa longa faixa oblíqua que vai do extremo nordeste até ao extremo sudoeste do município, onde se verifica a maior parte do desenvolvimento das atividades e usos do município, e onde se encaixa a maior parte da área urbana de Tabatinga (Figura 64).

Figura 64 – Estrutura de relevo tabular nas margens do rio Solimões e ocupação urbana do município de Tabatinga



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese com um drone em março de 2017.

Os Tabuleiros apresentam uma morfologia sulcada por uma rede de drenagem com alguns lagos na sua extensão, originados por barramentos de rias através da sedimentação no Holoceno (CPRM, 2010). Apresentam uma maior tendência para a dissecação, em razão da pouca permeabilidade das argilas, apresentando uma intensa erosão superficial. Apesar de compreender o geofácio de maior intervenção humana, os Tabuleiros, são maioritariamente ocupados por florestas preservadas devido às dificuldades de acesso e de implantação de infraestruturas viárias. Tal deve-se ao facto de apresentar solos com baixos níveis de drenagem e por possuírem uma rede densa de cursos de água que inviabiliza obras infraestruturais e de circulação rodoviária.

Quanto ao relevo em Colinas, compreendem uma área de 877,89 km² que se situam na porção noroeste do município e compreende altitudes entre 85 e 155 metros. As Colinas apresentam-se entalhadas por uma drenagem densa com padrão detrítico e treliça.

O relevo colinoso denuncia um fraco poder de dissecação da rede de drenagem sobre a Formação Solimões, caracterizando-se por uma geomorfologia desenvolvida em solos mais bem drenados. São espaços com cobertura vegetal preservada por ser uma área de difícil acesso e sobretudo por constituir um geofácio inserido nos limites da terra indígena da tribo Ticuna (Évare I), onde reside a maior população indígena do Brasil (18.086 indígenas). Apesar da maior preservação já referida nesse geofácio, há registos de exploração de recursos pesqueiros e madeireiros por parte de não indígenas (Programa de Monitoramento de Áreas Protegidas, 2019).

As Terras Firmes apresentam-se com um elevado potencial paisagístico para a prática de atividades ecoturísticas e de trilhos ecológicos, com possibilidades para um turismo focado na visitação de aldeias indígenas. É ainda potencial neste geofácio a disponibilidade de recursos hídricos subterrâneos e de recursos florísticos que podem ser aproveitados para a prática de conservação e pesquisas científicas, sobretudo ligadas às áreas de farmacologia e cosméticos. São aceitáveis os usos ligados à ocupação urbana e residencial, pela estrutura mais estável dos seus solos, apesar da necessidade de realização de estudos de impacto ambiental para o desenvolvimento das atividades económicas.

A pobreza dos solos condiciona o desenvolvimento de uma agricultura ligada à grande produção. Ainda não são exequíveis para a exploração madeireira e de minérios, uma vez que com a retirada da cobertura vegetal, há possibilidade de surgimento de processos erosivos superficiais, sobretudo nos relevos de Tabuleiros podendo contribuir para a quebra da frágil estabilidade, dando lugar aos processos morfogenéticos. A ecodinâmica neste geofácio caracteriza-se como estável, com média vulnerabilidade e a sua sustentabilidade configura-se em níveis de baixo a moderado.

As Campinas (Campinaranas) são áreas com vegetação mais espaçada e de menor porte, contrariamente às áreas de Terra Firme, onde a vegetação se mostra densa e alta. As Campinaranas são áreas ricas em espécie endêmicas, embora os solos menos férteis e pouco drenados limitem as condições biológicas para o desenvolvimento da vegetação. Estas áreas concentram-se mais a sul no município de Tabatinga, bordejando, normalmente, as áreas de influência fluvial e que podem ser inundadas em alguns períodos do ano. Representam 2,11% da área total do município, compreendendo uma área de 68,93 Km², em pequenas manchas, circunscritas, como enclaves, ao longo da faixa da Planície Fluvial, e estando associadas aos recursos hídricos superficiais. A ecodinâmica caracteriza-se por uma relativa estabilidade, com vulnerabilidade média, enquanto que a sustentabilidade ambiental se classifica de baixa a moderada.

As Águas Superficiais (igarapés, lagos de várzeas e lagos de terra firme) e os recursos hídricos subterrâneos suprem a necessidade hídrica da área urbana do município, e das comunidades mais distantes da sede, resolvendo, em parte, a inexistência de uma rede de abastecimento de água. De igual modo a deficiente cobertura da rede de saneamento permite a proliferação de fossas sépticas, o que implica cuidados acrescidos com a monitorização da qualidade da água desses espaços.

Destacam-se entre os recursos hídricos superficiais a Lagoa da Comara, o Igarapé do Brilhante, o Igarapé São Pedro, o Igarapé da Vila Guadalupe, o Igarapé Tacana (Figura 65) e o Igarapé São Tomé, que misturam ambientes aquáticos e de ocupação residencial, com vegetação ciliar. Encontram-se em setores de pequenas depressões, entre áreas cobertas por argilas que impermeabilizam a superfície, permitindo a acumulação de água e periódicos intercâmbios de fluxo hídrico com o rio.

Apresentam-se em pequenas dimensões espaciais e a sua formação acontece através do barramento da microrede de drenagem, em direção ao rio Solimões, evidenciando, em alguns casos, uma evolução para ambientes lacustres. Os lagos trazem, às margens, vegetação perenifólia, marcada pela presença de espécies arbustivas com palmeiras, buritis e cipós. Estas reservas hídricas de superfície revelam um grande potencial como património paisagístico. Também permitem atividades da pesca artesanal, aquicultura e conservação, pesquisas científicas, ecoturismo e desportos náuticos. O entorno dessas áreas requer, no entanto, cuidados e manutenção da mata ciliar. A legislação brasileira proíbe a ocupação residencial desses ambientes devido ao risco de poluição hídrica e deficiência de drenagem do solo. A ecodinâmica desses ambientes é considerada instável com média a elevada vulnerabilidade, enquanto que a sustentabilidade ambiental está em níveis de moderado a elevado (Tricart, 1977; Ross, 1994; Ab'Sáber, 2005).

Figura 65 – Igarapé Tacana em Tabatinga



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em fevereiro de 2017.

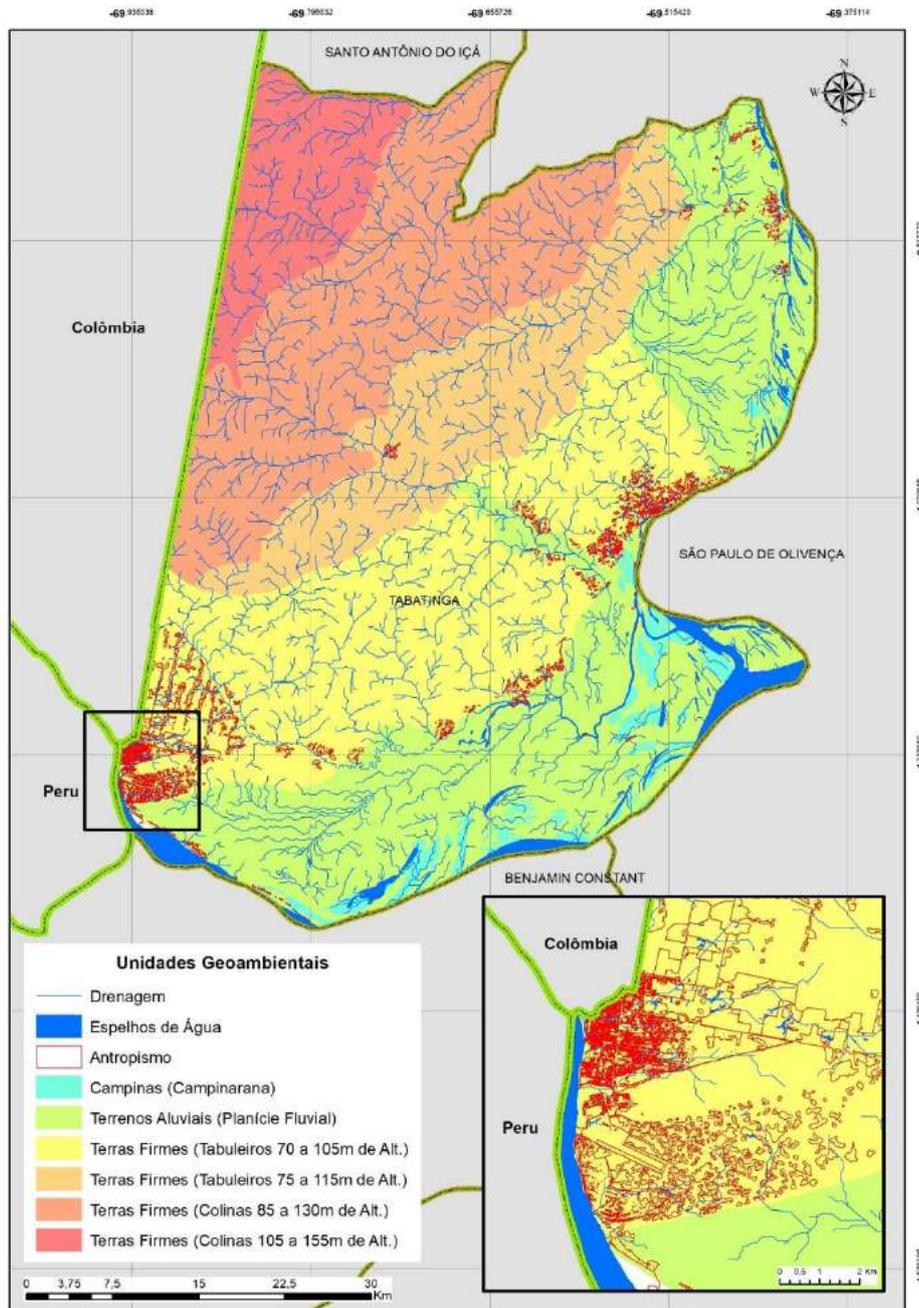
Na Figura 66, apresentamos as unidades geoambientais presentes no município de Tabatinga e as áreas de ocupação humana a partir dos usos do solo. O mapeamento tomou como base os aspectos naturais e fisiográficos da área (Quadro 13), considerando a revisão cartográfica de mapeamentos realizados no Amazonas (Ministério das Minas e Energia, 1977; CPRM, 2010), a interpretação de imagens de satélite e pesquisas de campo realizadas nesta investigação entre os anos de 2017 e 2019. O Quadro 14 representa a síntese relativa às características dos geofácies mapeados em Tabatinga, as suas capacidades de suporte, assim como a ecodinâmica e sustentabilidade ambiental.

Como já foi referido, as manchas de atividade humana estão concentradas, em grande parte, na planície fluvial e nos tabuleiros, principalmente no entorno do núcleo urbano. Porém estendem-se até áreas onde se encontram as florestas em mata fechada e ainda não exploradas. As ações humanas estão ligadas à prática agropecuária, ao crescimento demográfico, aos fluxos migratórios e ao crescimento dos serviços. De facto, nos últimos anos tem sido mais intensa a pressão das atividades humanas sobre os recursos naturais.

A proximidade do centro urbano de Tabatinga, da cidade colombiana de Leticia, tem permitido um crescente fluxo de turistas estrangeiros, que chegam ao município brasileiro através do aeroporto internacional colombiano General Alfredo Vasques Cobo. Essa dinâmica, explica o aumento dos usos e

da ocupação do solo na área do município, colocando Tabatinga como a quarta cidade mais expressiva em termos económicos e em extensão urbana, no Estado do Amazonas.

Figura 66 – Compartimentação geoambiental e ocupação do município de Tabatinga



Fonte: Elaboração própria com base em imagens de satélite do Modelo Digital de Terreno (MDT), a partir da interpretação das cenas SA-19-Y-D e SB-19-V-B e levantamento de campo realizado entre 2017 e 2019.

Quadro 13 – Síntese dos aspetos geofísicos e biológicos do município de Tabatinga

Tipos Geológicos	Tipos Geomorfológicos	Tipos Fitológicos
Aluvião	Planície Fluvial	Mata de Terra Firme
Formação Solimões	Tabuleiros Interfluviais	Vegetação Arbórea Espaçada
Linhito	Colinas	Campinarana

Fonte: Elaboração própria com base em vários autores.

Quadro 14 – Síntese da capacidade de suporte e ecodinâmica dos geofácies que compõem o município de Tabatinga

Geofácies	Capacidade de Suporte		Ecodinâmica	Sustentabilidade Ambiental
	Potencialidades	Limitações		
Terrenos Aluviais (Planície Fluvial)	Elevado potencial para a pesca artesanal, aquicultura, turismo, conservação e pesquisas científicas. Potencialidade para o cultivo agrícola não intensivo e de subsistência. Áreas com potencial biológico e berçário da biodiversidade.	Inundações periódicas, risco para a ocorrência de erosão que inviabiliza a prática agrícola intensiva e a ocupação urbana.	Ambiente de transição apresentando tendência para uma forte instabilidade com elevada vulnerabilidade.	Moderada a Baixa.
Terras Firmes (Tabuleiros e Colinas)	Potencial como reserva paisagística para o turismo. Bom potencial de águas subterrâneas. Potencial para conservação e pesquisa científica (biofarmacológica). Propício para a ocupação urbana por ter solos mais estáveis, apesar da necessidade de estudos de impacto ambiental.	Solos pobres. Inviabilidade para a exploração madeireira e mineral e sem planos de utilização sustentável e/ou Estudos de Impacte Ambiental. Pouco propício a atividades pecuárias.	Ambiente estável com média vulnerabilidade.	Moderada a Alta.
Campinas (Campinaranas)	Potencialidade para as práticas extractivistas. Riqueza de espécies endémicas.	Baixa fertilidade dos solos. Baixa biodiversidade. São restritos os usos agrícolas em razão dos solos mal drenados.	Ambiente relativamente estável com média vulnerabilidade.	Moderada a Baixa.

Águas Superficiais (Rio, Igarapés e Lagos)	Elevado potencial para atividades de pesca, aquicultura, ecoturismo, prática balnear, conservação e pesquisas científicas. Elevado potencial de uso hídrico para necessidades urbanas e industriais.	Restrições à ocupação segundo a legislação ambiental.	Ambiente instável com vulnerabilidade média a elevada.	Moderada a Baixa.
--	--	---	--	-------------------

Fonte: Elaboração própria com base nos dados analisados a partir da interpretação das imagens de DR, 2020.

As atividades agropecuárias, o extrativismo, a terceirização da economia e, principalmente, o processo de urbanização têm suprimido progressivamente a vegetação primária e conduzido a diversos problemas de ordem socioambiental.

As principais atividades económicas que se desenvolvem no município de Tabatinga são:

- Piscicultura - destaca-se a exploração das espécies pirarucu e pirarara que são fonte de rendimento das populações ribeirinhas, principalmente nos períodos das cheias, quando os peixes migram do baixo para o alto Amazonas;
- Exploração de madeira - com espécies nobres e de grande qualidade, que se revela com grande potencial para o estabelecimento de empreendimentos industriais. O transporte da madeira é feito por hidrovias, o que limita o dinamismo da atividade que tem como mercado consumidor Manaus, Fortaleza, cidades do sudeste do Brasil e países da Europa. As planícies aluviais são os espaços onde mais se desenvolve esta atividade, por possuir um relevo aplanado facilitando o escoamento através do rio, exceto nos períodos das cheias;
- Extração mineral - a exploração de areia e argila que são utilizadas na fabricação sobretudo de tijolos nas olarias do município atendendo, assim, à procura interna por materiais de construção civil;
- Extrativismo - efetuado com primitivismo, representa uma parcela da ocupação dos tabatinguenses, sobretudo a ligada à exploração de essências oleosas, extração do latex, castanha do Pará e frutas silvestres. É uma atividade que apresenta uma baixa rentabilidade, embora seja complementar do rendimento das famílias;
- Caça - no passado, também contribuía para a economia com o comércio de peles, carne e venda de animais silvestres, porém, com a efetivação das leis ambientais e proibição dessas atividades, atualmente tem sido praticada apenas para suprir as necessidades alimentares dos povos tradicionais.

A exploração dos recursos naturais e florestais na microrregião do Alto Solimões coloca a floresta em situação de vulnerabilidade. Ao explorar, até à exaustão, os recursos naturais de maior valor comercial, destrói as florestas, desmatando-a, facilitando a expansão do agronegócio estritamente pecuário, cuja atividade não é exequível para as condições ambientais da região. Essa realidade, coloca a necessidade para uma utilização da floresta adequando-a às atividades agrícolas e às práticas agropecuárias, com foco no desenvolvimento regional e seguindo as limitações do ambiente.

Os projetos agropecuários e de extração madeireira devem considerar a frágil estabilidade do equilíbrio morfodinâmico da região. As ações arbitrárias de desmatamento e sem planejamento podem quebrar os ciclos morfodinâmicos existentes na paisagem de Tabatinga. Os impactos negativos podem ser diversos, designadamente para os solos e para o substrato argiloso, acelerando a erosão nos relevos dissecados, devido ao índice pluviométrico e aumento da carga de sedimentos nos rios através de decapagem dos solos.

Em Tabatinga a agricultura segue os moldes de cultivo ligado às práticas rudimentares, minifundiária e com produção baixa. A atividade é pouco favorável ao agricultor e constitui um meio de subsistência e de um rendimento familiar complementar que permite colmatar a carência das famílias que, na maior parte das vezes, advém da pesca ou das atividades extrativas. O sistema de limpeza das áreas agrícolas é tradicional, consistindo na derrubada e queima da vegetação, com pouco aproveitamento da madeira. Como os solos são pouco férteis, a produtividade agrícola é significativa apenas nos primeiros anos. Destaca-se o cultivo da mandioca e do arroz e em menor escala do milho, feijão, cana-de-açúcar e tabaco, destinando-se o excedente para o mercado local. Na fruticultura destaca-se a banana, o abacaxi, a melancia, o coco, a pupunha e o cupuaçu. As hortaliças compreendem o cultivo de tomate, de alface, de couve, de maxixe, de pepino, de cebolinha, de coentro, de pimentão e de vagem.

No município há potencialidades para a agricultura e as culturas de subsistência poderiam ganhar escala através de cooperativas. Destaca-se o cultivo do cacau que poderá ser bastante rentável na indústria do chocolate, com possibilidades de exportação pela sua qualidade e boas condições de adaptação às condições ambientais da Amazônia.

A pecuária tem pouca expressão em Tabatinga. Caracteriza-se por um sistema rústico de criação extensiva, nas áreas de várzea, e semiextensiva, nas áreas de terra firme. Dados referentes ao ano de 2017, indicavam que Tabatinga possuía 881 suínos e 4.280 aves (IBGE, 2017). A situação fundiária, o baixo nível de investimento e de capacitação técnica, assim como as deficiências nos controlos sanitários e na capacidade de armazenagem, são fatores que limitam o desenvolvimento da pecuária em Tabatinga.

As potencialidades agropecuárias do município poderiam ser melhoradas com implantação de pequenas empresas em sistema de cooperativas, com vista a uma melhor capacidade de comercialização, na venda dos produtos excedentes e na compra de insumos para o desenvolvimento agropecuário. No município é precário o abastecimento de leite e derivados possibilitando a criação de um mercado para a implantação de uma pecuária leiteira. Podem ser utilizadas as várzeas durante o período vazante e os pastos de terra firme na época das cheias, num sistema intensivo, com o escoamento de produtos para o mercado interno.

No que diz respeito ao turismo em Tabatinga este ainda é incipiente devido à ausência de ligações aéreas diretas de Manaus com a Europa. Além disso, fatores como a existência de doenças tropicais com risco epidêmico e a frequência de queimadas, que dá origem às nuvens de fumaça e fuligem, em alguns períodos do ano, são alguns dos fatores que prejudicam a imagem do Amazonas e conseqüentemente de Tabatinga. É fundamental criar uma imagem do Estado fundamentada na comunicação e divulgação das potencialidades turísticas das cidades do Amazonas. Tal deve ser suportado por um planejamento estratégico para o turismo. É preciso mudar os procedimentos quanto à gestão das ações para a obtenção de resultados favoráveis, aproximando o governo dos empresários turísticos, apoiando as iniciativas privadas e estabelecendo um diálogo e ações conjuntas entre poder público e as empresas de serviços turísticos.

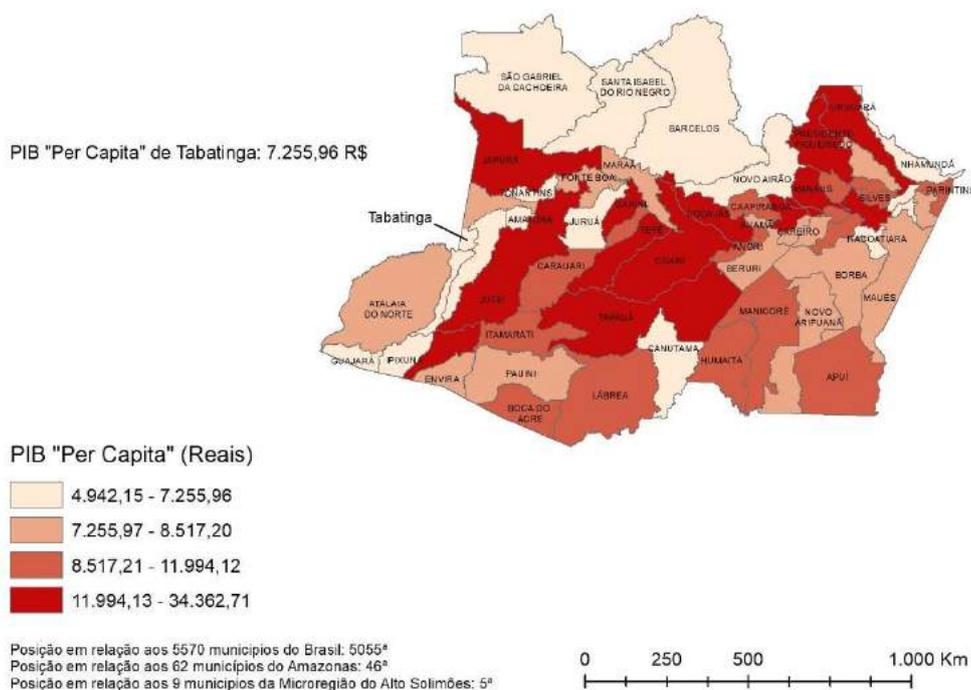
O turismo pode ser uma atividade estratégica para Tabatinga. A melhoria de bens e serviços, o fortalecimento institucional e a diversificação de investimento são primordiais para a consolidação da atividade. Apesar do potencial paisagístico ser um fator distintivo no desenvolvimento do turismo, observa-se em Tabatinga, pouca preocupação com a preservação ambiental tanto pelo poder público quanto pelos empresários. Apesar de a maioria admitir preocupação e consciencialização ambiental, verifica-se uma ausência de ações ligadas à defesa e conservação do ambiente local.

Nesse cenário é preciso dar qualidade turística a Tabatinga, nos serviços, nos recursos humanos, na infraestrutura urbana, ambiental e paisagística. Trata-se de enriquecer a oferta e diversificar os destinos e experiências turísticas, podendo executar eventos de notoriedade e atratividade para Tabatinga, reforçando a acessibilidade ao município através das vias aéreas e fluviais. A adoção de uma estratégia para o turismo deve ser norteadas pelos objetivos do turismo sustentável. Tal poderia potencializar o artesanato indígena podendo constituir, principalmente para a população indígena, uma alternativa de rendimento das famílias ticunas.

A atividade industrial é bastante incipiente em Tabatinga. Quase todas as empresas enquadram-se na categoria de indústria de transformação. Destaca-se a participação das indústrias produtoras de insumos para a construção civil, como as olarias, que destinam a sua produção ao mercado local, indústria de beneficiamento de polpas de frutas, indústria de produção de adubos orgânicos e as serrarias.

Em Tabatinga e na microrregião de Alto Solimões o Produto Interno Bruto (PIB) provém, essencialmente do setor terciário, seguido da indústria e da agropecuária. Em 2017, o PIB *per capita* era em Tabatinga de R\$ 7.255,96 (Figura 67). Considerando os restantes municípios do Amazonas, verifica-se que Tabatinga ocupava o 46º lugar e o 5º lugar entre os municípios da microrregião do Alto Solimões. Estes dados demonstram que apesar da relativa produtividade de Tabatinga, o rendimento médio *per capita* (Quadro 15) não acompanha na mesma proporção a distribuição da riqueza produzida no município.

Figura 67 – PIB *per capita* dos municípios do Estado do Amazonas em 2017



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE, (2019).

O rendimento médio *per capita* de Tabatinga cresceu 81,88% entre 1991 e 2010, passando, respetivamente, de R\$ 186,06 para R\$ 338,40 (Quadro 15). Equivale a uma taxa média anual de crescimento nesse período de 3,20%, apesar de ter diminuído de 4,64%, entre 1991 e 2000, para 1,92%, entre 2000 e 2010 (IPEA, 2010). A proporção de pessoas pobres, com rendimento *per capita* inferior a R\$ 140,00, passou de 62,77%, em 1991, para 46,19%, em 2010. O Índice de Gini revela a diferença

entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos, variado numericamente entre 0 e 1 (sendo 0 uma situação onde todos têm o mesmo rendimento e 1 onde uma só pessoa detém todo o rendimento). Entre 1991 e 2010 o Índice de Gini variou de 0,56 para 0,65.

A evolução do Índice de Gini aponta para um aumento das disparidades económicas e para a concentração de rendimento no município. As desigualdades no rendimento mensal nominal também podem ser observadas segundo a cor e a raça. Em Tabatinga, os dados de 2010 apontavam que os indivíduos de cor branca apresentavam um valor médio de rendimento de R\$ 1.251, enquanto que os de cor preta R\$ 940. Os indivíduos pardos, amarelos e indígenas possuíam rendimentos de R\$ 788, R\$ 923 e R\$ 328, respetivamente (IBGE, 2010a).

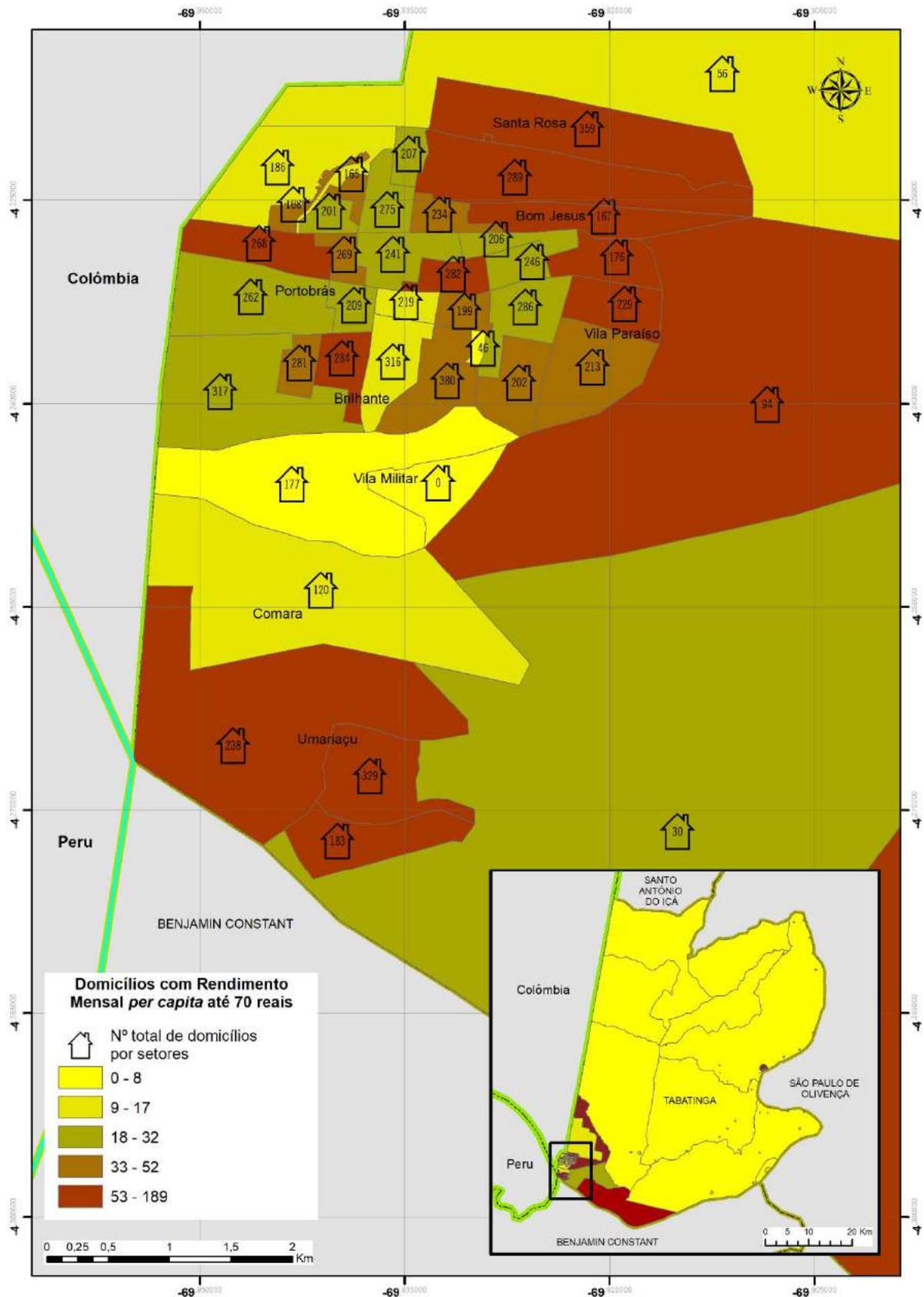
Quadro 15 – Indicadores de rendimento, pobreza e desigualdade no município de Tabatinga nos anos de 1991, 2000 e 2010

Indicadores	1991	2000	2010
Rendimento <i>per capita</i> (Reais)	186,06	279,82	338,40
Proporção de pobres (%)	62,77	53,67	46,19
Índice de Gini	0,56	0,63	0,65

Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

Percebem-se também diferenças de rendimento entre os setores censitários do município, uma vez que os espaços mais periféricos à área urbana e os setores onde se encontram áreas de risco, são espaços habitados por pessoas em condições de carências económicas e educacionais que se refletem diretamente nos níveis de rendimento familiar. Observa-se pela Figura 68, que os setores com menores níveis de rendimento são justamente aqueles onde reside a maioria da população indígena (Umariçu), as populações de bairros da periferia urbana (Vila Paraíso, Bom Jesus e Santa Rosa) e a população que reside em áreas de risco sobretudo próximas à planície fluvial do rio Solimões (São Francisco e Portobrás).

Figura 68 – Domicílios com rendimento nominal mensal *per capita* até 70 reais, segundo os setores censitários do município de Tabatinga, em 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE, 2010.

A situação mostra que a minoria da população, mais rica, detém o poder de investir sobre as potencialidades da região, explorar recursos nela disponíveis e obter lucro. A classe média e sobretudo a pobre não possuem condições suficientes para inserir-se no mercado e competir com os empreendedores, restando-lhes ficar à mercê da disponibilidade de postos de trabalho gerados pela classe empresarial do município.

Entre 2000 e 2010, a taxa de atividade da população de 18 anos ou mais (ou seja, a percentagem da população economicamente ativa) passou de 60,55% em 2000 para 61,23% em 2010. Ao mesmo tempo, a sua taxa de desocupação (ou seja, a percentagem da população economicamente ativa que estava desocupada) passou de 9,53% em 2000 para 7,84% em 2010.

Em 2010, das pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais em Tabatinga, 32,90% trabalhavam no setor agropecuário, 0,06% na indústria extrativa, 2,50% na indústria de transformação, 5,73% no setor da construção, 1,05% nos setores de utilidade pública, 12,38% no comércio e 43,35% no setor de serviços. O terceiro setor aloca a maior parcela da força de trabalho, ao passo que o setor secundário detém o menor efetivo da população economicamente ativa.

Tabatinga e Leticia são interdependentes em termos comerciais. Colombianos e brasileiros transitam livremente de modo que as duas cidades parecem ser apenas uma. Essa configuração causa uma maior dificuldade no controlo dos fluxos existentes entre a Colômbia e o Brasil. Embora a fronteira Brasil – Colômbia seja permeável, em alguns momentos, por decisão administrativa e por interesses políticos, ela é encerrada.

Observa-se na trílice fronteira (Brasil, Colômbia e Peru), uma tríade administrativa desigual, onde gestores e autoridades políticas legislam e executam políticas públicas segundo interesses próprios. Embora haja entre as populações dos três países uma semelhança em relação ao enfrentar dos problemas socioambientais vividos por todos, existem, para além desta conjuntura, os entraves político-burocráticos que separam, em vez de aproximar as comunidades.

Esse contexto possibilita a Tabatinga uma dinâmica urbana e social muito própria, com experiências construídas e vividas na fronteira, para a fronteira e a partir dela. Tabatinga, Leticia e Santa Rosa são três cidades que formam uma área única e híbrida, composta por elementos nacionais e internacionais, e que guardam para si uma identidade local singular e que é vivida pelos seus habitantes, que acabam por ser igualmente hídricos e multinacionais.

Normalmente nas áreas de fronteira, observam-se dificuldades para a execução de políticas públicas, uma vez que a maioria delas são pensadas para os países nas suas áreas mais centrais, distantes das linhas divisórias, e que desconsideram as características específicas das áreas fronteiriças. Os planos de gestão, nacionais e estaduais, pensados em Brasília ou em Manaus, normalmente não incluem as áreas de fronteira como áreas assistidas por tais políticas. Não há um direcionamento dos interesses públicos para as áreas de fronteira, sobretudo aquelas que agregam pequenas cidades ou cidades periféricas na hierarquia urbana brasileira, como é o caso de Tabatinga.

O distanciamento político-administrativo dessas áreas é de certo modo uma negação às cidades fronteiriças. Isso ocorre muito pelo facto do desconhecimento, por parte dos gestores, dos modos de vida e das necessidades que se apresentam nas cidades de fronteira, muito embora estas cidades estejam interligadas às restantes e influenciam igualmente as dinâmicas urbanas nas maiores cidades e nos centros urbanos internos.

As relações construídas na fronteira, muitas vezes conflituosas, ultrapassam limites político-administrativos e às vezes denunciam preconceitos, violência e ódio ao outro, considerando-o diferente (o estrangeiro). Outro aspeto evidente nas cidades de fronteira é a procura pela primazia e poder económico. O espaço vivido é mais amplo e complexo, muito mais do que os limites e as fronteiras determinam.

As diferenças existentes nas cidades de fronteira são visíveis na legislação, nas infraestruturas, na segurança social, na disponibilidade de serviços básicos, nas relações de poder (herança da formação dos Estados Nacionais) e nos estereótipos. Apesar disso, as vivências nos espaços de fronteira não se constroem a partir dessas diferenças político-jurídicas. A população vive as suas próprias dinâmicas e interage conforme as suas necessidades, desprezando os limites fronteiriços. Um exemplo disto é a ocorrência de habitações instaladas justamente na linha que demarca o Brasil e a Colômbia (Figura 69). A própria fronteira existe dentro das residências. Em casos como esse, há um desrespeito inconsciente relativamente à linha de fronteira e ao mesmo tempo, a ausência de planeamento urbano e regulatório sobre a ocupação nessas áreas. Como resultado deste contexto ocorre a inviabilidade na cobrança e taxação de impostos; a ausência de representação política e conseqüentemente a indisponibilidade para o exercício do voto nas eleições e o descompromisso por parte do Estado, no suprimento de serviços públicos a esses grupos populacionais fixados nessas áreas.

Figura 69 – Exemplos de residências localizadas sobre a linha de fronteira entre o Brasil e a Colômbia



Fonte: Google Earth Pro, 2019.

Os fluxos de mercadorias e de pessoas entre Tabatinga e Santa Rosa (Peru) são menores do que com Letícia (Colômbia). Isto deve-se à existência do rio Solimões, que funciona como barreira natural, muito embora ainda haja uma dinâmica entre o Peru e o Brasil através de barcos e canoas. O acesso a Tabatinga a partir de Manaus efetua-se apenas por barco ou avião, devido à inexistência de rodovias. A deslocação por barco de Manaus para Tabatinga tem a duração de sete dias, enquanto em sentido contrário dura cerca de três dias. A navegabilidade é, por vezes, dificultada pela queda de árvores de grande porte, que são posteriormente transportadas pela corrente do rio. A deslocação por avião entre Manaus e Tabatinga, demora cerca de 1 hora e 40 minutos.

Este isolamento de Tabatinga em relação às principais cidades justifica o pouco dinamismo da economia local. O facto de o rio ser um dos principais eixos de comunicação, cujo fluxo tem uma direção contrária ao eixo industrial brasileiro, direciona as relações de dependência económica de Tabatinga para um alinhamento da hierarquia urbana vinculada ao percurso do rio Amazonas. Tal facto ocasiona impedimentos para uma maior integração física e económica de Tabatinga, com os restantes centros económicos e industriais do Brasil.

A condição dos rios serem as vias mais viáveis e utilizadas para a comunicação de pessoas e mercadorias entre os territórios, determina um padrão no modelo de ocupação na Amazônia que deixa vazios demográficos nos interflúvios. Na Amazônia, os espaços urbanos tendem a estabelecer-se ao longo dos cursos de água, devido às melhores condições de deslocação pelos rios, ao acesso ao transporte fluvial

e à fertilidade dos terraços fluviais para a prática agrícola. Ao mesmo tempo em que é positiva a proximidade das cidades dos leitos fluviais, pela perspectiva da deslocação, há também a preocupação pelos riscos de cheias com prejuízos socioeconômicos para a população.

A acessibilidade a Tabatinga, assente na rede hidroviária, está muito condicionada, o que limita o desenvolvimento industrial em Tabatinga, fruto da dificuldade de escoamento da produção para os mercados externos implicando custos de transporte muito elevados.

A estrutura rodoviária em Tabatinga está, na sua maioria em péssimas condições de conservação. A natureza argilosa da litologia e o elevado grau de plasticidade e expansão das argilas dificultam a infiltração e aumentam o escoamento superficial das chuvas, criando problemas tanto na abertura das estradas como na sua conservação.

Os arruamentos do município apresentam-se, frequentemente, em terra batida ou asfaltada e no período com maior pluviosidade verifica-se o aumento da dificuldade de mobilidade no espaço urbano (Figura 70). Estes são problemas estruturais que merecem ser analisados para a melhoria da mobilidade e a promoção do desenvolvimento de Tabatinga, tornando-o num espaço economicamente ativo.

Figura 70 – Condições das estradas que ligam os bairros em Tabatinga no período chuvoso



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em março de 2018.

Em Tabatinga o custo de vida é elevado comparativamente com outras cidades do Brasil. Tal situação é minimizada em parte pela procura de produtos e serviços advindos da cidade colombiana vizinha, que por ser uma Zona Franca e não taxar os produtos com impostos, favorece igualmente os residentes brasileiros (Moraes e Schor, 2010; Schor, Tavares-Pinto e Butel, 2016).

No centro comercial da cidade de Letícia, os brasileiros compram normalmente frutas, hortaliças, produtos lácteos e de panificação, utensílios domésticos e mobiliário. São líderes de vendas os eletrodomésticos, moveis e cosméticos, pelo facto de apresentarem preços muito competitivos, chegando a 40% de diferença relativamente aos preços praticados pelos produtos brasileiros. O excesso de carga tributária sobre os produtos brasileiros faz com que o comércio em Tabatinga esteja restrito a outros segmentos, como por exemplo o de vestuário e de calçado.

A participação do mercado peruano em Tabatinga fica restrita ao porto da cidade, onde se concentram pequenos espaços informais de vendas de produtos agrícolas e artigos de pouco valor agregado. Neste caso, os produtos peruanos, têm-se consolidado em Tabatinga, fazendo dinamizar uma outra cadeia de economia inferior, direcionada para as classes de menor poder aquisitivo.

A população em Tabatinga é composta maioritariamente por brasileiros, mas também por um número significativo de peruanos e um número menor de colombianos. A mobilidade da população está bem presente nos funcionários públicos federais ou estaduais, funcionários de empresas ligadas ao setor terciário e militares das forças armadas, que são deslocados para Tabatinga em missões de trabalho. A cidade também recebe migrantes que vivem nas áreas rurais do município e que são atraídos para a sede do município, devido a melhores infraestruturas de serviços de saúde e de educação. Em 2010, o terramoto que assolou o Haiti levou a que muitos haitianos passassem a fronteira, a partir do Peru, para entrarem no Brasil via Tabatinga. Por este facto Tabatinga figurou na cartografia dos refugiados e nas discussões mediáticas sobre migração no Brasil.

De acordo com o censo demográfico de 2010, realizado pelo IBGE, Tabatinga possuía 52.272 habitantes, dos quais 26.359 homens e 25.913 mulheres. Este desequilíbrio entre sexos deve-se à presença de militares no município que efetuam o controlo de fronteiras. A maioria da população é urbana (com 36.355 habitantes), enquanto 15.917 habitantes residiam em espaço rural (Quadro 16).

Entre 1991 e 2000, a população do município cresceu a uma taxa média anual de 3,46%, superior à taxa média de crescimento do Estado do Amazonas, que foi de 3,28%. Nesse período, a taxa de urbanização passou de 70,99% para 70,25%. No intervalo entre 2000 e 2010, a população de Tabatinga cresceu a uma taxa média anual de 3,26%. Nesta década, a taxa de urbanização do município passou de 70,25% para 69,55% (Quadro 16). Para o ano de 2019, a população estimada em Tabatinga foi de 65.844 pessoas (IBGE, 2019).

Quadro 16 – Evolução populacional de Tabatinga, segundo o sexo e a tipologia rural/urbana entre 1991 e 2010

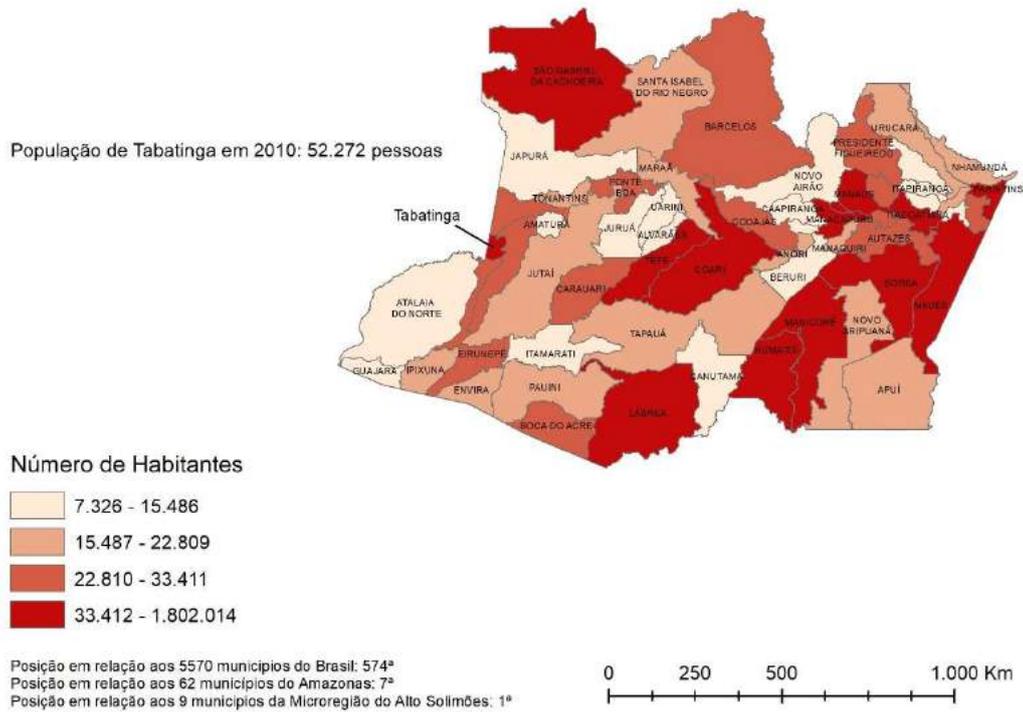
Indicadores	Ano de 1991		Ano de 2000		Ano de 2010	
	Nº	% do Total	Nº	% do Total	Nº	% do Total
População Total	27.923	100,00	37.919	100,00	52.272	100,00
População Residente Masculina	14.074	50,40	19.297	50,89	26.359	50,43
População Residente Feminina	13.849	49,60	18.622	49,11	25.913	49,57
População Urbana	19.822	70,99	26.637	70,25	36.355	69,55
População Rural	8.101	29,01	11.282	29,75	15.917	30,45

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

Considerando os restantes municípios do Estado do Amazonas e a microrregião do Alto Solimões, Tabatinga encontra-se no grupo de municípios com um número mais elevado de população residente. Do conjunto de 5.570 municípios existentes no Brasil, Tabatinga encontra-se em 574º lugar. No Estado do Amazonas ocupa a sétima posição no conjunto de 62 municípios, sendo o mais populoso na microrregião (Figura 71). Em 2010 a densidade populacional de Tabatinga era de 16,21 hab./km², abaixo da densidade média do Brasil (22,43 hab./km²) (IBGE, 2010). No Estado, ocupava o quarto lugar entre os municípios mais densamente povoados e na microrregião era o município de maior densidade populacional (Figura 72).

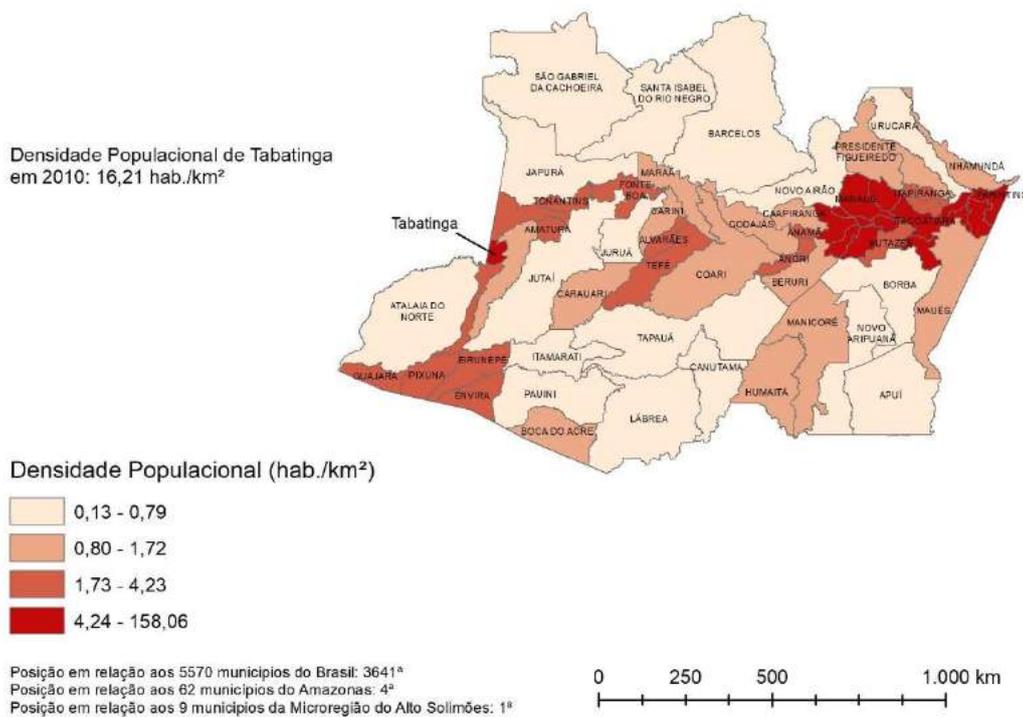
A composição etária da população residente, distribuída em três classes, era de 26.015 indivíduos com menos de 20 anos (50%); 24.427 indivíduos com idade entre os 20 e os 64 anos e 1.830 indivíduos com idade de 65 e mais anos (IBGE, 2010a) (Figura 73). Observa-se a partir das pirâmides etárias (Figura 74), sobretudo a referente ao ano de 2010, uma maior preponderância da população masculina entre os adultos e os idosos, e no grupo dos jovens há uma maioria do sexo feminino. No grupo dos idosos as mulheres superam os homens apenas a partir dos 95 anos.

Figura 71 – Número de habitantes segundo os municípios amazonenses em 2010



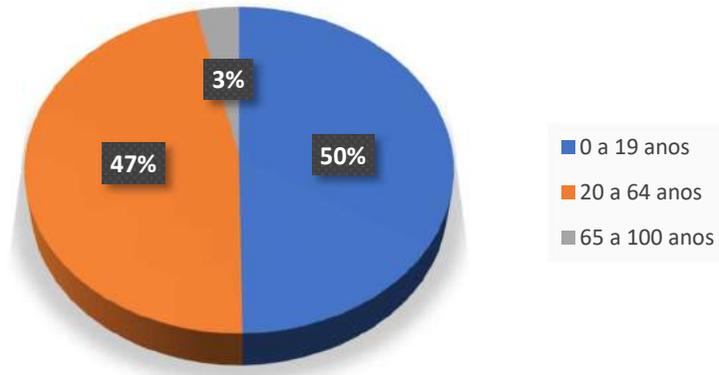
Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2010).

Figura 72 – Densidade populacional dos municípios do Estado do Amazonas em 2010



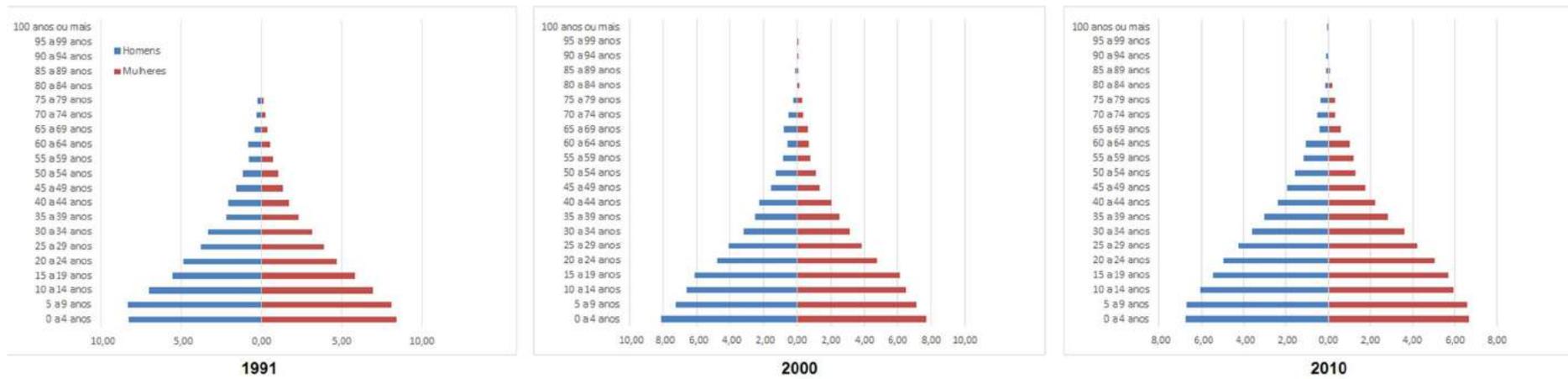
Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2010).

Figura 73 – Distribuição percentual da população por faixa etária em Tabatinga em 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE, 2010.

Figura 74 – Pirâmide etária do município de Tabatinga, segundo os grupos de idade e sexo, em 1991, 2000 e 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

Entre 1991 e 2010, a taxa de dependência (percentagem da população com menos de 15 anos e mais de 64 anos em relação à população de 15 a 64 anos) em Tabatinga, passou de 95,98% para 72,89% e a taxa de envelhecimento (razão entre a população de 65 anos ou mais em relação à população total) de 2,18% para 3,49%. Já no Estado do Amazonas, a razão de dependência passou de 65,43% em 1991, para 45,87% em 2010 e a taxa de envelhecimento passou de 4,83%, para 7,36%, respetivamente (Quadro 17).

Quadro 17 – Estrutura por grupos etários e algumas taxas da população do município de Tabatinga entre os anos de 1991 e 2010

Estrutura Etária e Algumas Taxas	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
Menos de 15 anos	13.065	46,79	16.385	43,21	20.212	38,67
15 a 64 anos	14.248	51,03	20.397	53,79	30.234	57,84
65 anos e mais	610	2,18	1.137	3,00	1.826	3,49
Taxa de dependência	95,98	-	85,90	-	72,89	-
Taxa de envelhecimento	2,18	-	3,00	-	3,49	-

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

A taxa de mortalidade infantil passou em Tabatinga de 43,2 óbitos por mil nados-vivos, em 1991, para 22,3 óbitos por mil nados-vivos, em 2010. No Estado do Amazonas, a taxa era de 17,0 óbitos por mil nados-vivos, em 2010 e de 50,4 óbitos por mil nados-vivos, em 1991. Em Tabatinga, a esperança de vida ao nascer cresceu 5,11 anos nas últimas duas décadas, passando de 65,2 anos, em 1991, para 71,1 anos, em 2010 (Quadro 18).

Quadro 18 – Indicadores de longevidade, de mortalidade e de fecundidade do município de Tabatinga, em 1991, 2000 e 2010

Indicadores	1991	2000	2010
Taxa de Mortalidade Infantil (por 1.000 nados-vivos)	43,2	36,0	22,3
Esperança de vida ao nascer (em anos)	65,2	68,1	71,1
Taxa de fecundidade total (Número médio de filhos por mulher)	6,1	5,2	3,2

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

Em Tabatinga verifica-se uma concentração demográfica nos setores censitários próximos do centro (Figura 75). Observa-se que a maior concentração humana e ocupacional se localiza no sudoeste do

município, destacando-se os bairros que compõem a área urbana e os bairros indígenas Umariçu I e Umariçu II. No sudeste os setores compreendem o aglomerado populacional da comunidade rural de Feijoa e a leste os setores que compreendem a comunidade rural de Belém do Solimões. Os outros setores estão circunscritos a áreas pouco povoadas ou mesmo sem ocupação humana.

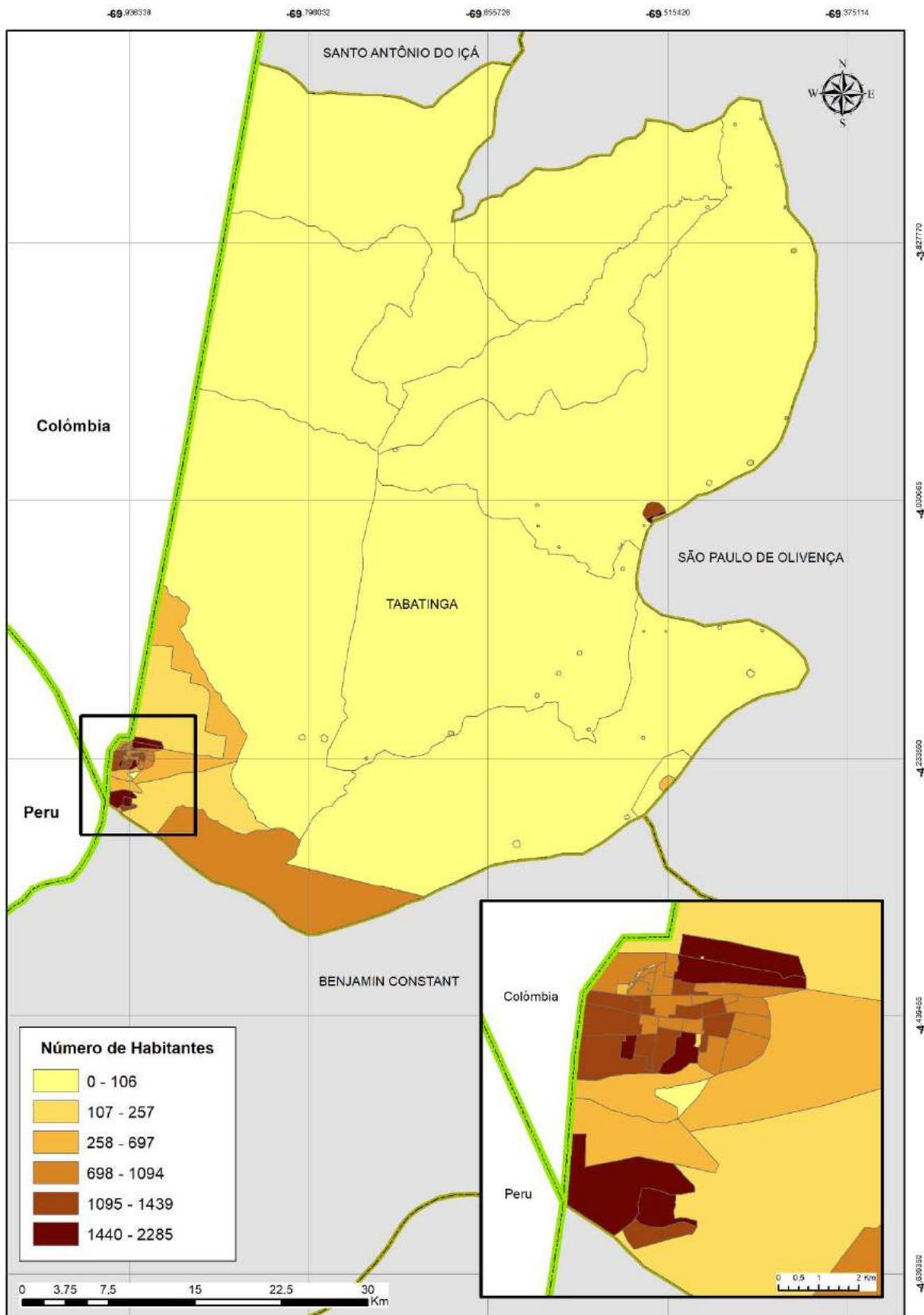
A microrregião do Alto Solimões caracteriza-se por uma forte diversidade étnica com a presença considerável de indígenas, alguns deles vivendo ainda sem contacto com a civilização. Estes povos estão distribuídos por 149 aldeias e pertencem a diversos grupos étnicos, predominando os Tikunas, os Cocamas e os Caixanas, sendo os Tikunas o grupo mais expressivo em volume populacional. Em Tabatinga os bairros Umariçu I e II são áreas de exclusiva presença indígena. Embora haja algum distanciamento cultural e étnico, os indígenas Tikunas têm sido inseridos na dinâmica urbana de Tabatinga através de relações comerciais e institucionais, induzidas pela proximidade geográfica com a sede do município (IBGE, 2010a; Rodrigues *et al.*, 2018).

Tabatinga assume-se como uma cidade violenta devido à sua localização na fronteira e ao mesmo tempo por fazer parte da rota de passagem de narcóticos, embora não seja um território de mercado consumidor de estupefacientes. Os índices de criminalidade estão relacionados com roubos, assaltos, homicídios e chacinas, designadamente dos grupos vulneráveis de consumidores de drogas e prostituição, das relações de territorialização e logística entre narcotraficantes na área de fronteira e do combate da polícia federal às práticas ilícitas (Paiva, 2015; Human Rights Watch, 2017).

Nessa malha de poderes e violência, a população sofre indiretamente com o sentimento de insegurança e torna-se vulnerável num quadro de segurança pública precária, com níveis de criminalidade que aumentam ainda mais num contexto de grandes disparidades socioeconómicas. O facto de a cidade estar integrada em plena floresta amazónica tem, não obstante, limitado os fluxos de pessoas e de mercadorias entre Tabatinga e o resto da malha urbana brasileira, contribuindo para um crescimento menos acelerado da criminalidade.

Nas duas portas de entrada da cidade (porto e aeroporto) o controlo alfandegário e policial desenvolve o exercício da fiscalização e essas ações limitam, muitas vezes, o aumento da violência no município. Em contrapartida, a fronteira é um fator que contribui para que ilegalidades e crimes sejam praticados, considerando que as polícias dos diferentes países, não têm um nível de diálogo institucional e logístico ideal para combater, em parceria, os crimes.

Figura 75 – População residente segundo os setores censitários do município de Tabatinga em 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE, 2010.

Em relação aos serviços de saúde, Tabatinga revela uma elevada centralidade no conjunto dos municípios que compõem a microrregião do Alto Solimões, mesmo com as suas limitações na qualidade técnica e infraestrutural do atendimento aos doentes. Tabatinga tem para o atendimento da população, uma Unidade de Pronto Atendimento, administrada pela prefeitura, um Hospital de Guarnição, administrado pelo exército brasileiro e oito postos de saúde. Estas poucas infraestruturas em saúde pública, além de atenderem a população do município, são, muitas vezes, sobrecarregadas por residentes de outros municípios e pela população fronteiriça dos países vizinhos, sobretudo do Peru, que apresentam infraestruturas de saúde mais precárias. Os recursos humanos e técnicos da rede pública de saúde não são suficientes para o atendimento de casos de maior complexidade que são encaminhados para a capital Manaus ou para Bogotá.

O município apresenta poucos recursos materiais que evidenciam uma situação deficitária, no atendimento médico-hospitalar, quando comparado com os padrões definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2010), que estabelece cinco camas para cada 1.000 habitantes e um médico para cada 1.000 habitantes.

De acordo com dados da Secretaria de Saúde, existem no município 31 médicos, para atender 65.844 mil habitantes correspondendo a metade do quantitativo recomendado pela OMS. Quanto à relação camas-habitantes, o ideal seriam 325 camas, considerando o número de habitantes em Tabatinga. No entanto, existem em todo o município, 50 camas, sendo Tabatinga o pior município dos que compõem a microrregião do Alto Solimões, na relação camas-habitantes (0,86 camas para cada 1.000 habitantes) (Sistema de Informações Hospitalares - Ministério da Saúde, 2010; Organização Mundial de Saúde, 2010).

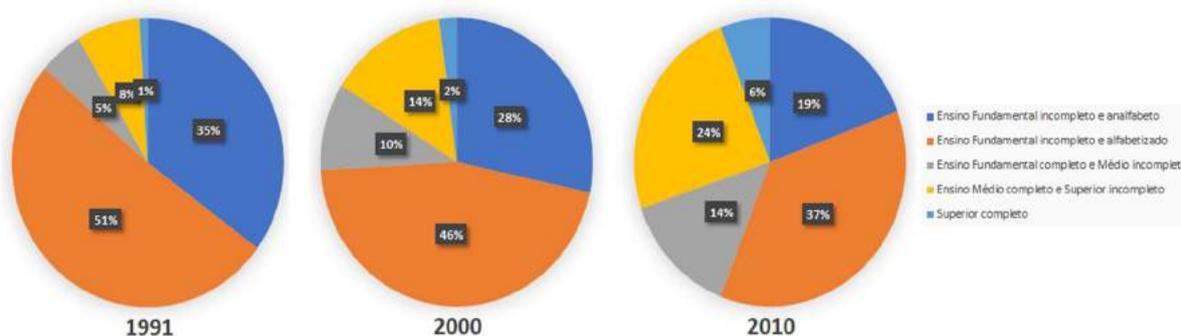
No setor da educação, Tabatinga apresenta melhores indicadores. Segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil, desde 1991, o município ocupa a terceira posição no *ranking* entre os municípios da microrregião com melhores taxas de alfabetização entre jovens de 15 a 17 anos. Em Tabatinga, no ano de 2010, a proporção de crianças de 5 a 6 anos no sistema de ensino era de 78,41%. A proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental era de 72,19%. A proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo era de 32,06% e a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo era de 24,64%. Dos jovens adultos de 18 a 24 anos, 8,10% estavam a frequentar o ensino superior (IPEA, 2010).

A população jovem de 18 a 24 anos elevou bastante os índices na frequência em cursos superiores, situando o município na primeira posição entre os municípios da microrregião do Alto Solimões. A

melhoria no grau de instrução da população jovem deve-se muito à instalação de instituições de ensino superior e à necessidade de fixação de mão-de-obra qualificada na região. A expectativa de anos de estudo para as crianças do município que inicia os seus estudos até aos seus 18 anos era, em 2010, de 8,26 anos *versus* 5,41 anos em 1991 (IPEA, 2010).

Quanto à escolaridade da população adulta (18 anos ou mais), com ensino fundamental completo era em 1991 de 15,37% subindo em 2010 para 48,09%. Considerando a população de 25 anos ou mais, observa-se que em 2010, 19,33% eram analfabetos, 14,10% tinham o ensino fundamental completo e 6% o superior completo (Figura 76) (IPEA, 2010).

Figura 76 – Escolaridade da população com 25 anos ou mais, em Tabatinga nos anos de 1991, 2000 e 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

A rede pública de ensino do município, conta com escolas municipais, estaduais e um polo do Instituto Federal do Amazonas (IFAM), além da rede privada de ensino que disponibiliza à população educação nos níveis fundamental e médio. A cidade dispõe, no ensino superior e profissional, de um polo da Universidade do Estado do Amazonas (UEA); dois centros de formação profissional (Centro Educacional Guarany e Centro de Educação Tecnológica do Amazonas) e dois polos de ensino a distância de instituições privadas (Universidade Paulista e Universidade do Sul de Santa Catarina). Em 2018, o município contava com 50 escolas destinadas ao ensino fundamental e 9 escolas destinadas ao ensino médio. O corpo docente era de 586 professores no ensino fundamental e 242 professores no ensino médio (IBGE, 2019).

O processo ocupacional, de caráter intenso, ocorrido no município, sobretudo na sua área fluvial, trouxe efeitos indesejáveis à população e ao ambiente. Dados de 2010, apontam para apenas 35,5% dos domicílios urbanos localizados em vias públicas com árvores e 8,5 % de domicílios urbanos em vias

públicas com urbanização adequada (presença de bueiros, calçadas e pavimentação) (IBGE, 2010). Nesse caso, observa-se o crescimento do déficit da oferta de serviços públicos e falta de investimento nas infraestruturas com ineficiência da municipalidade no atendimento da população.

Os indicadores de habitação revelam que o município apresenta desde 1991, uma evolução da acessibilidade da população aos serviços básicos urbanos. Em Tabatinga a cobertura da rede elétrica ocorre a partir da geração de energia térmica, que é produzida no próprio município a partir de 16 geradores que funcionam à base de diesel. Segundo os dados de 1991, apenas 76,97% da população possuía nas suas residências o serviço. Em 2000 subiu para 81,71% alcançando 92,41% em 2010.

Observa-se uma grande precariedade no serviço de iluminação pública. A presença de muitas ruas sem iluminação adequada, mesmo nos setores mais urbanos, colabora igualmente para o aumento da violência e para a prática de crimes, sobretudo os roubos e assaltos.

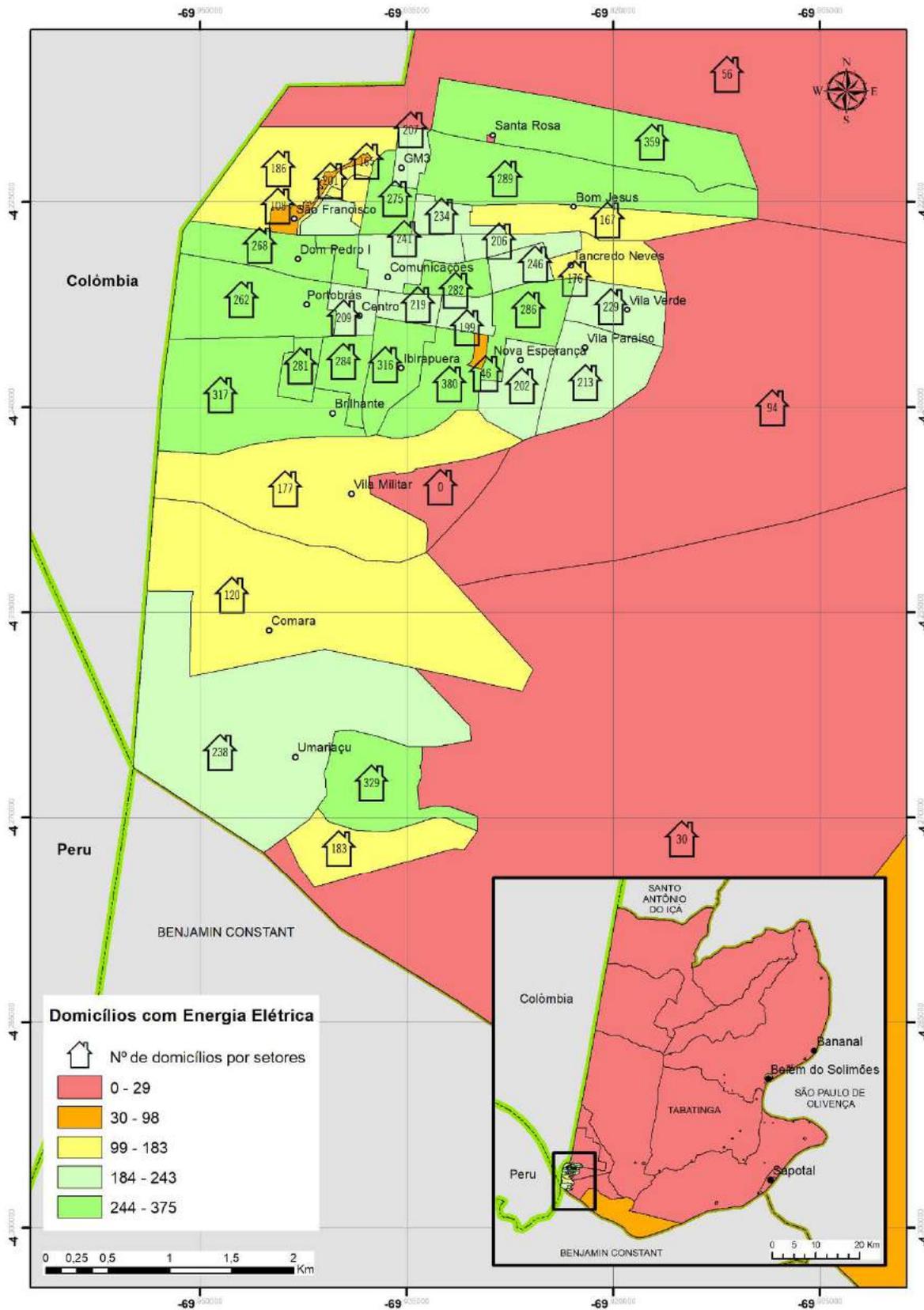
Ao analisarmos a Figura 77 constata-se que nos setores censitários urbanos, os bairros de São Francisco e de Nova Esperança estão entre os que detêm um maior número de residências sem acesso ao serviço de energia elétrica, embora o quantitativo dessas residências seja pequeno.

Em termos gerais os setores censitários urbanos apresentam a maioria das residências com acesso à rede elétrica, mesmo na periferia da cidade, nos bairros onde habitam populações carentes (Santa Rosa, Bom Jesus, Tancredo Neves, Vila Verde e Vila Paraíso) e nos bairros onde reside população indígena (Comara e Umariçu).

Em relação aos setores censitários rurais, observa-se um menor acesso ao serviço de abastecimento elétrico. Neste caso as comunidades indígenas mais afastadas do núcleo urbano de Tabatinga (Sapotal, Feijoal, Belém do Solimões e Bananal) sofrem com o distanciamento geográfico e infraestrutural da cidade, estando à margem das políticas públicas de acesso aos serviços básicos.

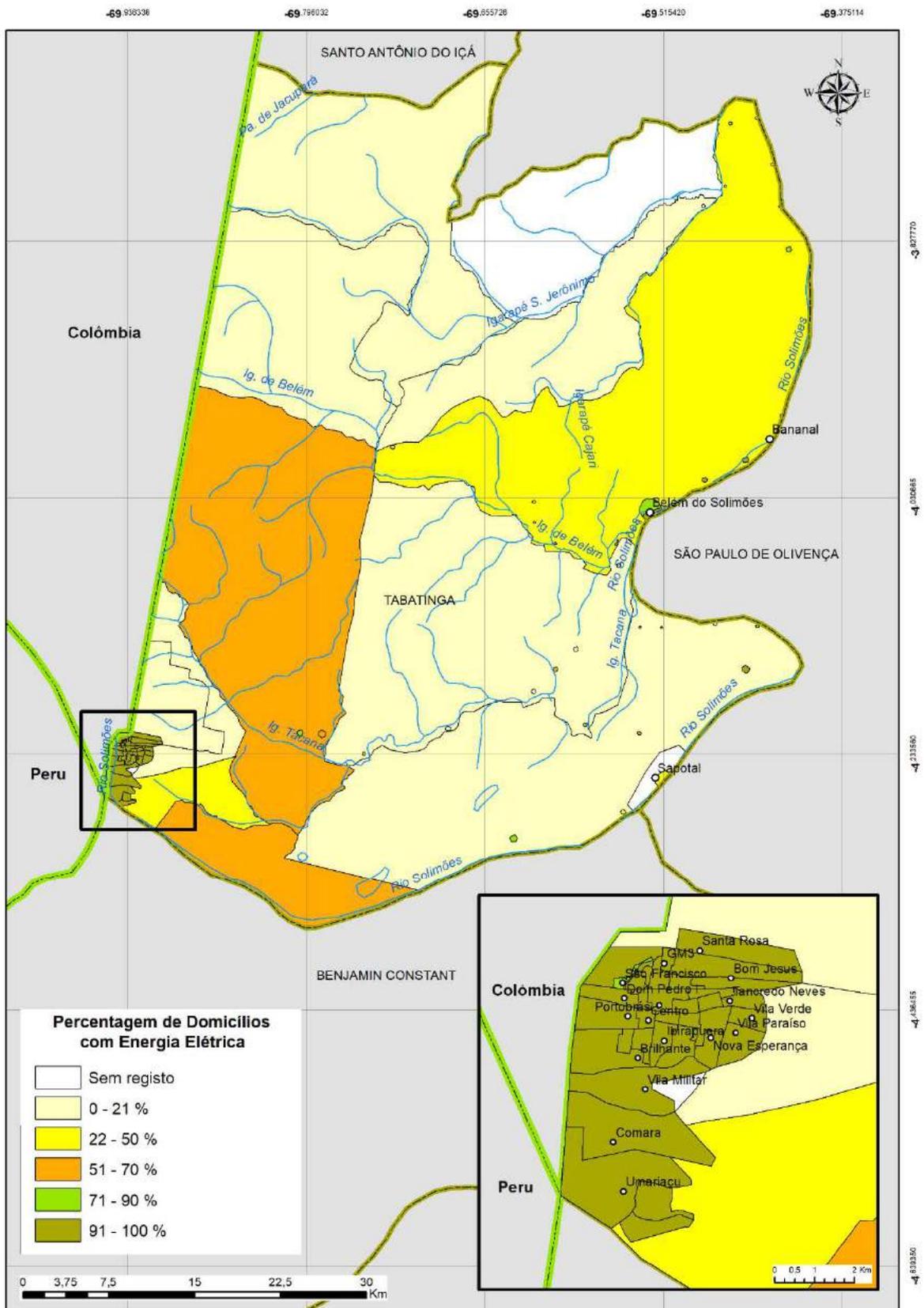
Nos setores censitários mais afastados do núcleo urbano (Figura 78) observa-se que os domicílios estão mais isolados dos restantes domicílios e tendem a apresentar uma maior possibilidade de não acesso à eletricidade. Normalmente são residências localizadas em áreas de floresta de terra firme e que estão também mais distantes da influência do rio Solimões e dos seus afluentes (no setor norte do município).

Figura 77 – Quantidade de domicílios com energia elétrica, segundo os setores censitários do município de Tabatinga, em 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE, 2010.

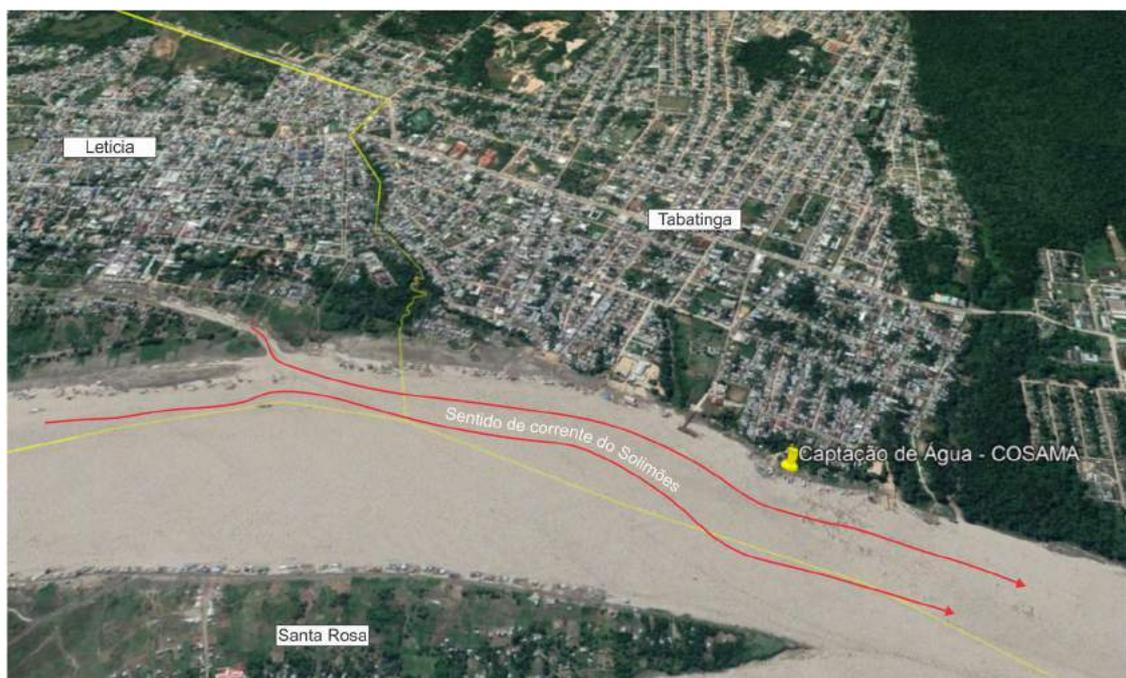
Figura 78 – Percentagem de domicílios com energia elétrica, segundo os setores censitários do município de Tabatinga, em 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE, 2010.

O abastecimento público de água é fornecido pela Companhia de Saneamento do Amazonas (COSAMA), a partir de captação no rio Solimões. Entre 1991 e 2010 houve um aumento significativo de domicílios abastecidos por água da rede pública, passando de 10,5% em 1991, para 36,2% em 2000 e atingindo 73,6% das residências em 2010 (IPEA, 2010). A captação de água da COSAMA é feita em balsa instalada na margem esquerda do rio Solimões, a jusante do núcleo urbano de Tabatinga, onde as águas do rio Solimões recebem o esgoto lançado pelos habitantes das cidades de Tabatinga e de Leticia, que estão localizadas mais a montante (Figura 79). Essa situação explica a baixa qualidade da água captada verificando-se a presença de poluentes e coliformes que implicam medidas de tratamento físico-químico.

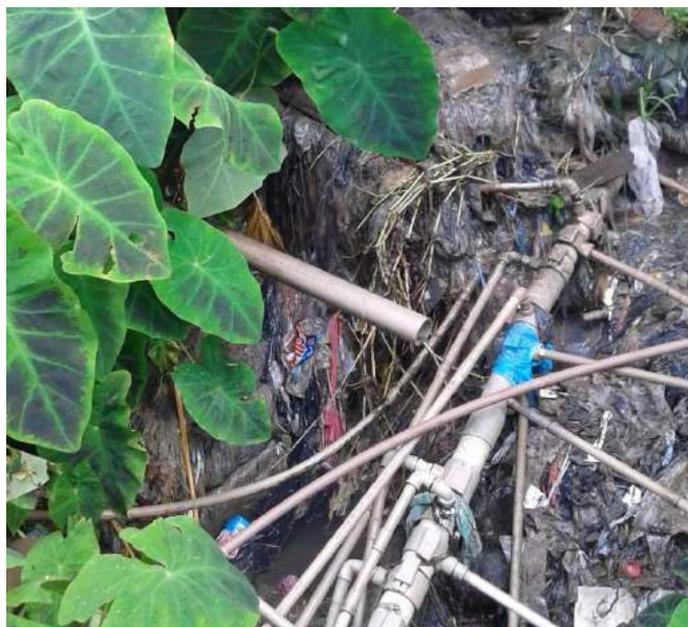
Figura 79 – Captação de recurso hídrico junto ao rio Solimões



Fonte: Google Earth, 2019. Imagem de 07/20/2017.

De acordo com as análises realizadas pela Secretaria de Vigilância em Saúde de Tabatinga constata-se que é de boa qualidade a água à saída da estação de tratamento. Contudo, em 2016, verificou-se que nas residências localizadas no fim da rede de distribuição, a água indicava a presença de coliformes. Esse facto pode ser explicado pela presença de ligações clandestinas à rede de abastecimento e/ou presença de vazamentos na tubulação que possibilitaram a contaminação das águas ao longo da sua distribuição (Figura 80). Verificou-se ainda que grande parte dessas análises positivas para presença de coliformes na rede de abastecimento residencial, ocorria justamente nos bairros e setores com maiores níveis de carência socioeconómica (Vila Guadalupe e Igarapé Dom Pedro).

Figura 80 – Rede de abastecimento de água e ligações clandestinas na comunidade do Igarapé Dom Pedro



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em março de 2017.

Uma outra parcela de domicílios utiliza normalmente água subterrânea através de poços tubulares rasos que exploram águas de aquíferos situados em níveis arenosos e em cascalhos nos geofácies dos Tabuleiros. Estes poços não ultrapassam, geralmente, os 25 metros. A limitação da profundidade justifica-se pela presença de camadas argilosas e de linhoto em maiores profundidades e que inviabilizam a exploração nesses níveis geológicos.

Estes poços são muito vulneráveis à contaminação pelo facto de apresentarem baixas vazões, por estarem fora das recomendações e normas técnicas e por não possuírem proteções sanitárias adequadas. Os maiores focos de contaminação são as fossas dos domicílios, os depósitos de resíduos domésticos e a presença de animais. Estas águas apresentam valores elevados de cor e/ou turbidez, assim como contaminações de origem química (excesso de ferro, manganês, nitrato e/ou cloreto), decorrentes das características geológicas e/ou bacteriológicas (presença de coliformes), com a presença de fossas ou esgotos a céu aberto (CPRM, 2009).

Embora seja considerável o número de beneficiários com o abastecimento de água encanada, existe ainda uma parcela da população que está excluída desse serviço, sobretudo a que pertence às comunidades indígenas (Umariçu I, Umariçu II, Feijoal, Belém do Solimões e Palmares). Efetivamente

o maior consumo de água no município, mesmo na sua área urbana, advém das águas subterrâneas que normalmente não são tratadas.

Constata-se na Figura 81 os 44 pontos de análise microbiológica testada em 2016 e 21 pontos revelaram a presença de coliformes totais. A grande maioria dos pontos testados com águas impróprias para o consumo humano estavam em áreas de proximidade às margens do rio Solimões, sofrendo influência direta das águas poluídas do rio, no entorno urbano do município e a partir da recarga dos aquíferos subterrâneos nessas áreas.

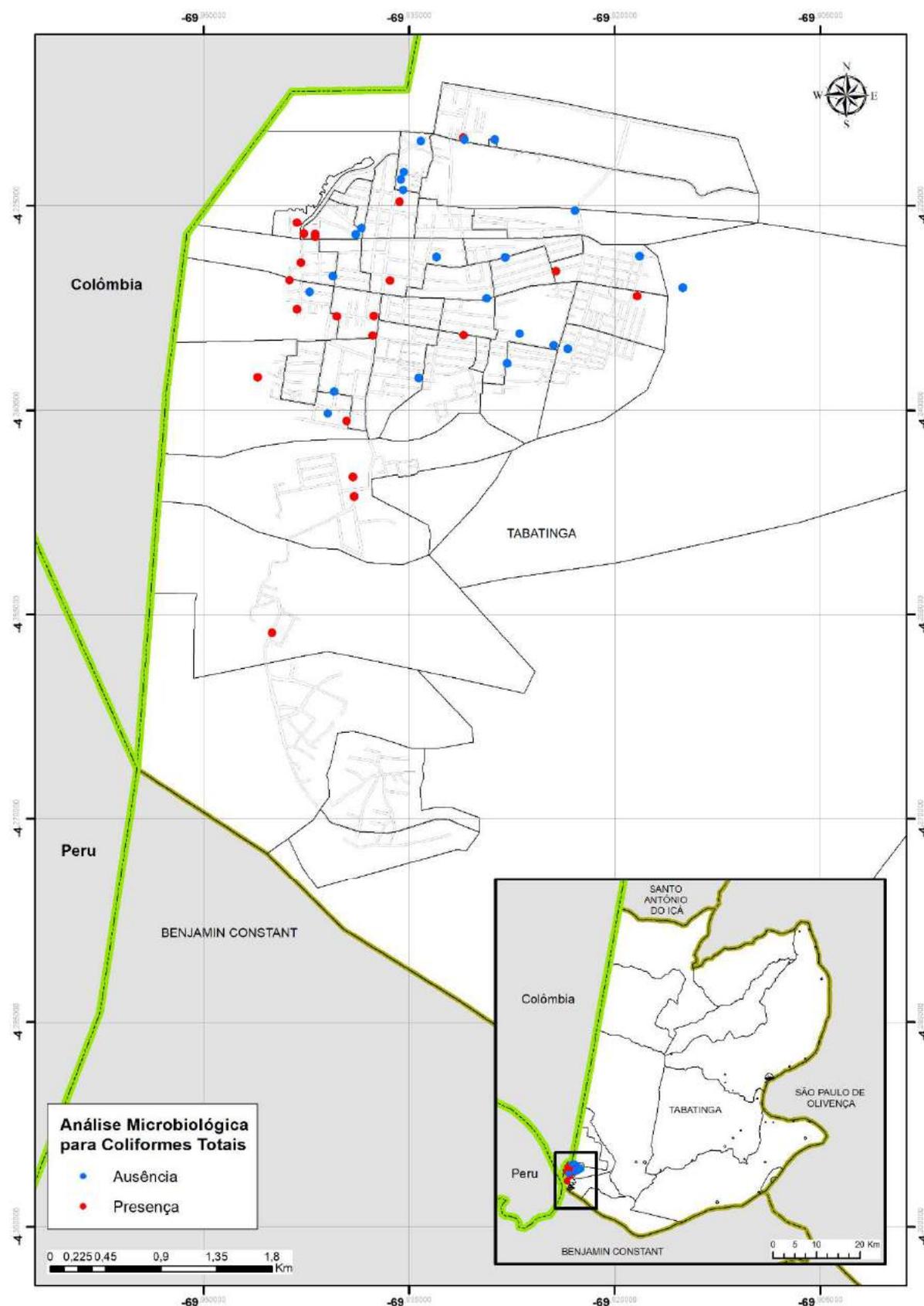
Para além da influência da dinâmica hidráulica superficial e subterrânea que dissemina nessas áreas os elementos contaminantes, observa-se também a concentração residencial sem infraestruturas sanitárias, que aumentam os focos de contaminação desses recursos hídricos.

Nas áreas mais afastadas do rio, no centro comercial e nos bairros das áreas mais periféricas, também se observa o agravamento da qualidade da água. Nestes casos a baixa qualidade das águas explica-se pela presença exagerada de fossas sépticas, residenciais e comerciais, cuja edificação foi realizada sem critérios técnicos causando a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos. No centro comercial constata-se o descompromisso dos empresários relativamente aos impactes ambientais no subsolo e nos bairros residenciais mais afastados é notória a falta de informação da população, que conduz à construção de fossas próximas aos poços de captação.

Existe um elevado número de famílias que recorre à água de poço ou à de nascentes. O significativo número de ligações inativas do sistema de abastecimento da COSAMA pode ser explicado pela baixa qualidade da água que era distribuída à população, antes de 2002, quando a água do rio Solimões era bombeada e distribuída apenas com a adição de cloro. Embora tenha ocorrido a instalação da estação de tratamento em 2002, permaneceu o hábito do consumo de água de poço.

A realidade do consumo de água de má qualidade contribui para o aumento de más condições de saúde, visto que a utilização de água sem tratamento favorece a disseminação de doenças e o aumento da taxa de mortalidade infantil. A infraestrutura de saneamento é muito precária e deficiente dando resposta apenas a uma pequena parcela da população.

Figura 81 – Qualidade das águas subterrâneas e superficiais da área urbana do município de Tabatinga



Fonte: Elaboração própria com base nas análises bioquímicas realizadas pelo LAFRON, 2016.

Em 1991 o município de Tabatinga apresentava apenas 8,51% da população com acesso à casa de banho e água canalizada nas suas residências. Nove anos depois passou a ser de 21,25% do total da população e em 2010, apresentava um aumento para 37,13% (IBGE, 1992, 2000, 2010a).

Os dados de 2010 apontam que apenas uma parcela reduzida das residências, localizadas nos setores censitários urbanos, possuíam casas de banho e ligação de rede de esgoto via rede geral ou rede pluvial (Figura 82). Esta situação associada às deficiências infraestruturais aumenta a vulnerabilidade dos indivíduos para contrair doenças e potencializa as vulnerabilidades ambientais na contaminação dos recursos hídricos.

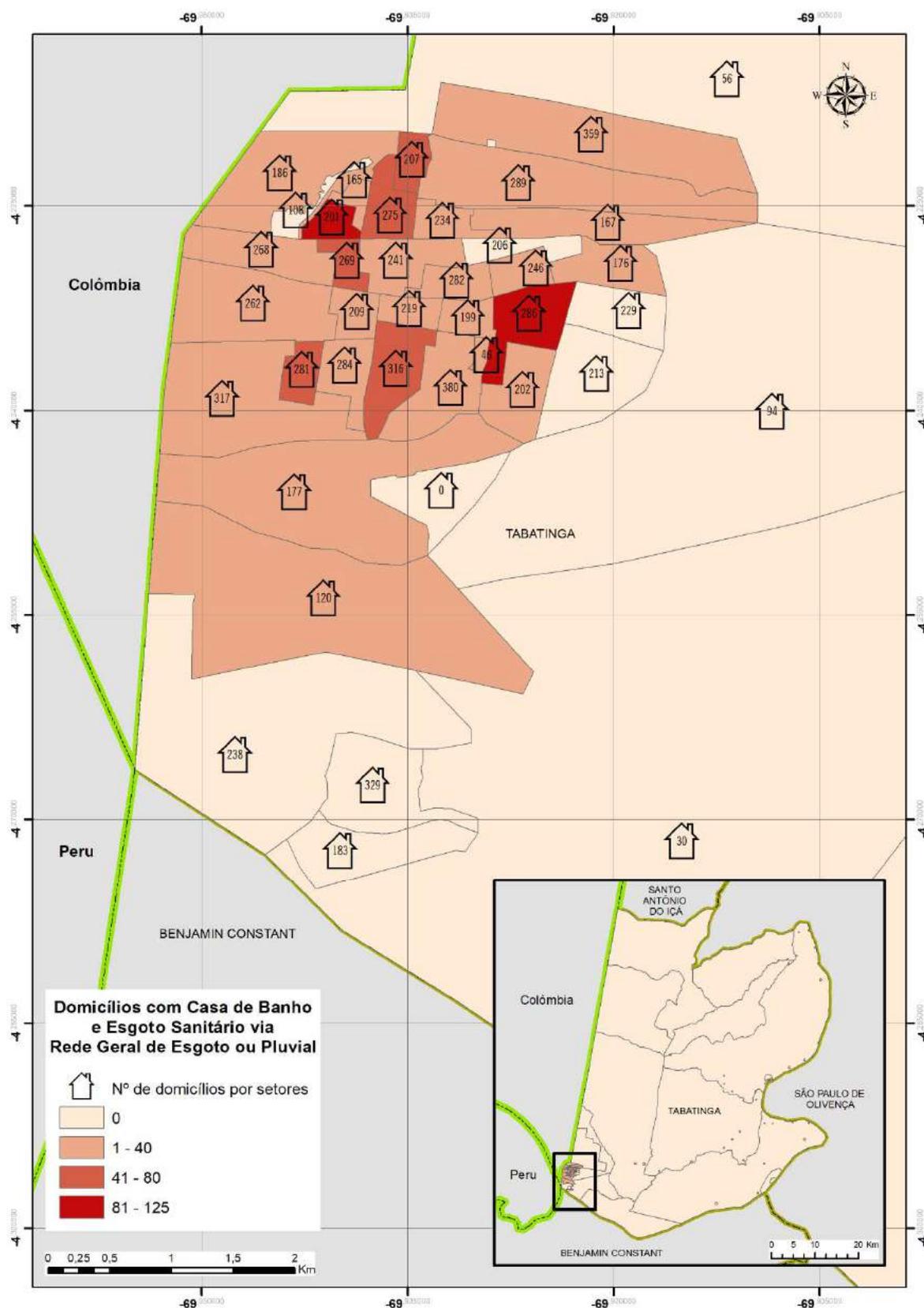
Nos restantes setores censitários, nomeadamente os rurais, não se verificaram domicílios com casa de banho e rede de esgotamento sanitário. Neste caso essas condições podem ter diminuído os seus impactes socioambientais, por serem áreas de pouca densidade de domicílios. Também porque não sobrecarregam o ambiente com grandes cargas de efluentes. Ainda assim, é importante destacar que essas não são condições ideais de ocupação, mesmo tratando-se de ambientes distantes do centro urbano do município (IBGE, 2010a). A ausência de uma rede de saneamento básico obriga a população a usar meios alternativos com descarga dos seus dejetos em valas ou mesmo junto dos recursos hídricos superficiais.

Em relação à recolha de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) também se verificaram melhorias na cobertura da rede. Em 1991 apenas 29% das residências eram servidas pela rede de recolha tendo aumentado em 2000 para 63% e em 2010 para 92% das residências (IPEA, 2010).

A ausência de cobertura é notória nas residências localizadas mais afastadas da área urbana onde são evidentes as limitações de acesso dos veículos de recolha (Figura 83). Nestes casos a população recorre à queima dos resíduos, ao seu acondicionamento no subsolo, ou à deposição em terrenos baldios ou diretamente nos recursos hídricos.

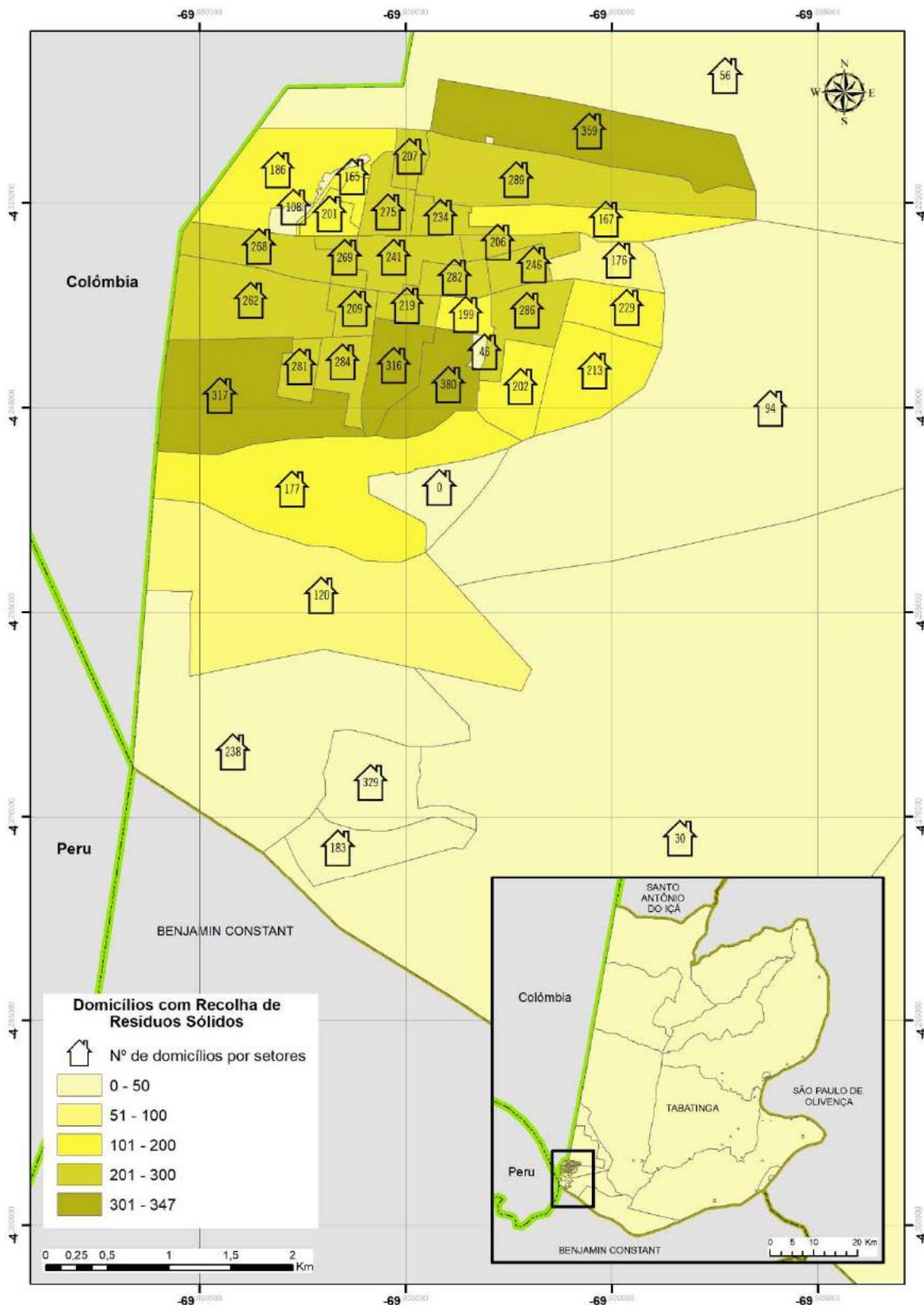
A ocupação desordenada e a ausência de infraestruturas viárias e urbanas penalizam o serviço de recolha contribuindo para o agravamento das condições ambientais. Os melhores índices de domicílios com recolha de resíduos sólidos encontram-se nas áreas mais adjacentes ao centro urbano. Em contrapartida os bairros mais periféricos do núcleo urbano possuem deficiência desde serviço (Figura 83).

Figura 82 – Localização dos domicílios com casa de banho e esgoto sanitário ligado à rede geral ou pluvial em Tabatinga no ano de 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE, 2010.

Figura 83 – Número de domicílios com coleta de resíduos sólidos, segundo os setores censitários de Tabatinga, em 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do censo demográfico do IBGE, 2010.

Uma parcela da população faz, de forma repetida, a deposição de resíduos de maneira inadequada contribuindo para a poluição dos espaços urbanos e para a acumulação de resíduos em valas e igarapés (Figura 84). A falta de informação leva a que a população contribua fortemente para a poluição dos espaços urbanos evidenciando a necessidade de educação ambiental e consciencialização.

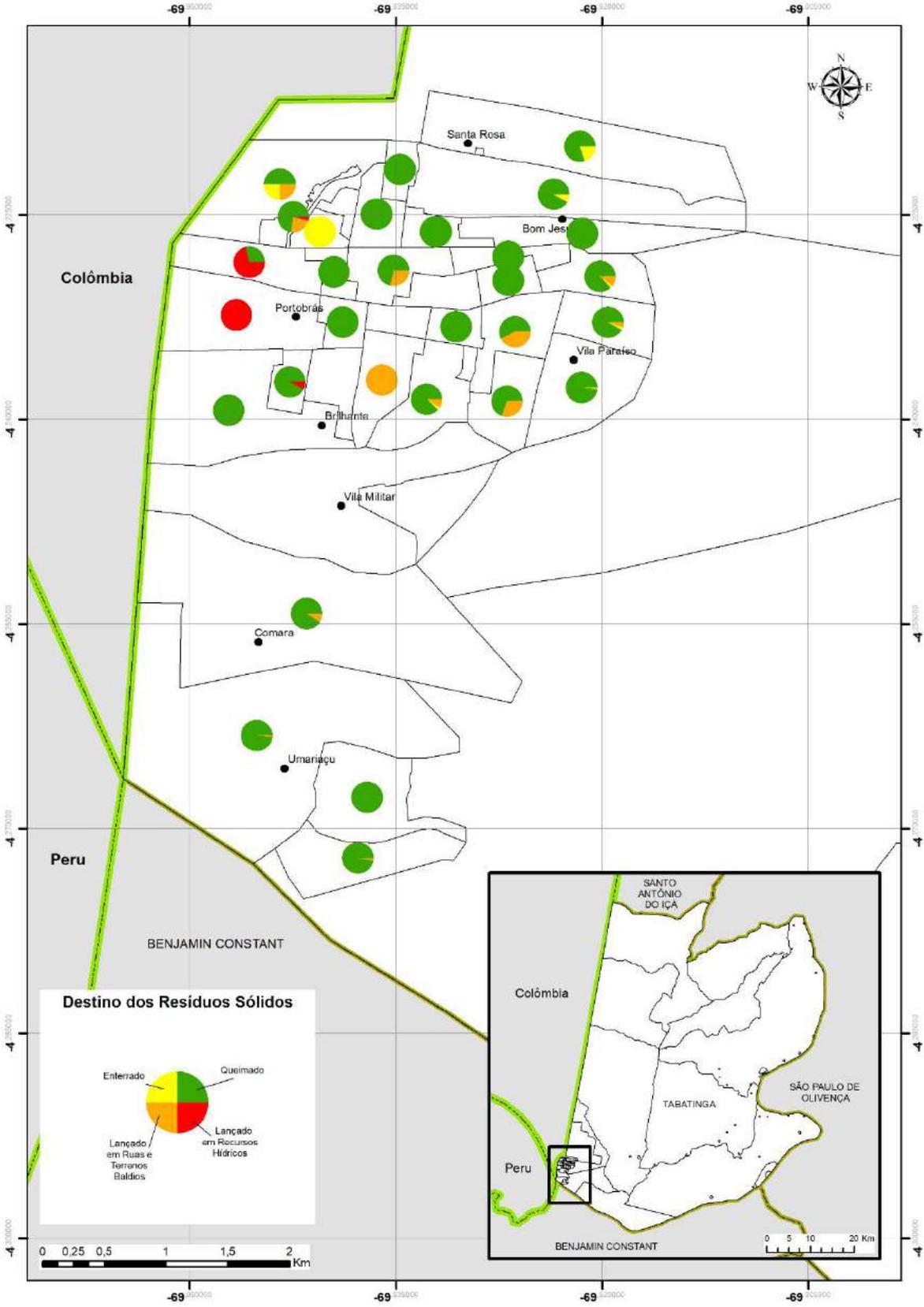
Figura 84 – Deposição de resíduos sólidos em bairros periféricos à área urbana de Tabatinga



Fonte: Fotografias obtidas pelo autor da presente tese em março de 2017.

A população que não é servida pelo serviço de recolha de RSU recorre à queima dos seus resíduos sólidos (Figura 85), sobretudo nos setores censitários onde se inserem as áreas indígenas do Umariçu e Comara e em alguns bairros da periferia da cidade, *e.g.*, os bairros Vila Paraíso, Bom Jesus e Brilhante. Na parte mais a norte da cidade alguns setores censitários recorrem principalmente ao acondicionamento dos resíduos no subsolo. Nos setores censitários a noroeste, mais próximos do rio Solimões, observa-se a prática de abandono dos RSU nos corpos hídricos ampliando a vulnerabilidade ao ambiente e à saúde das populações que aí se fixam.

Figura 85 – Destino dos resíduos sólidos não recolhidos, segundo os setores censitários urbanos de Tabatinga, em 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE, 2010.

Institucionalmente, as entidades públicas, designadamente a prefeitura, deveriam desenvolver políticas de educação e sensibilização ambiental ou de incentivo às melhores práticas. O município opta pela acumulação dos resíduos em espaço sob a forma de lixeira a céu aberto e sem normas de segurança para o acondicionamento dos resíduos produzidos em Tabatinga. A prefeitura deve equacionar alternativas mais ecológicas, tais como incentivar a recolha seletiva, a compostagem, os bio-resíduos ou um aterro sanitário como complemento. Esta responsabilidade é das autoridades locais ligadas à prefeitura que devem extinguir as lixeiras a céu aberto até 2021 tal como ficou definido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída em 2010. Nas condições verificadas em Tabatinga e considerando as atuais políticas para o tratamento dos resíduos sólidos, acredita-se que em 2021 ainda não terá ocorrido uma gestão correta dos resíduos produzidos em Tabatinga.

O local onde são depositados os resíduos sólidos de Tabatinga localiza-se numa área próxima à área urbana e contribui para a aglomeração de aves que ali se deslocam em busca de alimentos. Como os resíduos são dispostos a céu aberto, o risco de contaminação é muito elevado. Para além da questão sanitária, a presença muito elevada do número de urubus próximo a essa área e no perímetro urbano da cidade, põe em risco o espaço aéreo, pela probabilidade dessas aves colidirem com aeronaves que chegam aos aeroportos de Tabatinga e de Leticia, separados por 6 Km.

No município de Tabatinga não existe uma política eficiente e concertada no apoio a projetos de reciclagem e/ou de compostagem. A adoção destas políticas poderia contribuir fortemente para a redução da quantidade de resíduos produzida e ao mesmo tempo constituir uma fonte de rendimento para os indivíduos mais carenciados, gerando novos empregos e diminuindo os impactos sobre o ambiente.

Em 2010, o Amazonas ocupou a 18ª posição no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), entre as 27 unidades federativas brasileiras, com um índice de 0,674, considerado como um desenvolvimento humano médio. A dimensão longevidade foi a que mais contribuiu em 2010, para a elevação do IDH amazonense, apresentando um índice de 0,805, seguindo-se o rendimento, com um índice de 0,677 e, por último, a educação, com 0,561. No Brasil, o IDH passou de 0,493 para 0,727 entre 1991 e 2010. A taxa de crescimento para o Amazonas foi de 56,74%, enquanto que para o Brasil foi de 47% (IBGE, 2010a).

Em Tabatinga ocorreu uma evolução do IDH. Enquanto em 1991 era de 0,333 em 2010 cifrava-se em 0,616, com uma taxa de crescimento de 84,98%. Embora a educação tenha melhorado, foi a componente que menos contribuiu para a composição do IDH municipal. O maior contributo adveio da

longevidade e do rendimento, com índices de 0,769 e 0,602, respectivamente, comparativamente com a educação que apresentou um índice de 0,505. No município, tal como no Estado do Amazonas, a componente cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi a educação (com crescimento de 0,396), seguida pela longevidade e pelo rendimento (Quadro 19).

Quadro 19 – Índice de Desenvolvimento Humano e as suas componentes no Brasil, no Amazonas e em Tabatinga, segundo os anos de 1991, 2000 e 2010

Indicadores	1991			2000			2010		
	BR	AM	TBT	BR	AM	TBT	BR	AM	TBT
IDH	0,493	0,430	0,333	0,612	0,515	0,470	0,727	0,674	0,616
IDH Educação	0,279	0,204	0,109	0,456	0,324	0,254	0,637	0,561	0,505
% de indivíduos com 18 anos ou mais com ensino fundamental completo	30,09	28,16	15,37	39,76	37,14	27,85	54,92	54,87	48,09
% de indivíduos com 5 a 6 anos na escola	37,30	27,08	15,43	71,47	49,11	46,37	91,12	80,52	78,41
% de indivíduos com 11 a 13 anos nos anos finais do ensino fundamental, regular seriado ou com ensino fundamental	36,84	22,70	14,48	59,13	36,15	25,13	84,86	75,33	72,19
% de indivíduos com 15 a 17 anos com ensino fundamental completo	20,01	11,45	3,10	39,72	22,20	16,26	57,24	42,36	32,06
% de indivíduos com 18 a 20 anos com ensino médio completo	12,98	8,22	3,82	24,82	13,63	9,49	41,01	28,76	24,64
IDH Longevidade	0,662	0,645	0,669	0,727	0,692	0,718	0,816	0,805	0,769
Esperança de vida ao nascer (anos)	64,73	63,67	65,15	68,61	66,51	68,05	73,94	73,30	71,12
IDH Rendimento	0,647	0,605	0,506	0,692	0,608	0,571	0,739	0,677	0,602
Rendimento <i>per capita</i> (R\$)	447,56	345,82	186,06	592,46	351,63	279,82	793,87	539,80	338,40

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE, 1991, 2000 e 2010.

Considerando os 5.565 municípios brasileiros, Tabatinga ocupa a 3.771ª posição no que diz respeito ao IDH municipal. Nesse *ranking* de 2010, o mais elevado IDH municipal no Brasil equivalia a 0,862 e o menor IDH era de 0,418. Apesar de se notar uma evolução quase que duplicada do IDH em Tabatinga, no período

de quase duas décadas (0,333 em 1991 e 0,616 em 2010), o município ainda precisa de grandes políticas públicas de infraestruturas direcionadas para a saúde, educação e distribuição equitativa de rendimentos.

3.4 Notas conclusivas

O processo de ocupação da Amazônia oriental ocorre há algumas centenas de anos, desde o início da colonização brasileira, embora ainda preserve algumas características como as reservas naturais e os cenários que remetem para o Brasil dos índios. Também preserva algumas características e modos de vida de um Brasil pré-colonial que não é visto em outras regiões do Brasil em razão do processo de urbanização ocorrido nas atuais áreas metropolitanas dos Estados brasileiros e nas áreas mais exploradas pelo processo de globalização, que transforma a natureza em produto de valor.

Historicamente a conquista do Amazonas e o seu processo de ocupação estiveram ligados à base econômica extrativa e à necessidade de manutenção da soberania territorial. Esse processo de ocupação, baseado em movimentos migratórios de nordestinos para a região norte do Brasil foi realizado sem planejamento e com o objetivo de atender às necessidades do capital externo, elemento causador das grandes desigualdades e déficit infraestrutural ainda hoje constatados na Amazônia.

A rede urbana dendrítica da microrregião do Alto Solimões estabelece uma vida de relações dependentes da rede hidrográfica, que condiciona e permite a mobilidade da força de trabalho e da circulação de mercadorias. A vida urbana e das comunidades ribeirinhas está intimamente ligada e dependente da componente fluvial.

Em Tabatinga a herança missionária, a vida em comunidades ribeirinhas, a composição social com predominância de indígenas, a forte dependência de Manaus, a existência de uma dinâmica fronteira e a frágil articulação com outros eixos e áreas do país, fazem do município um espaço com estrutura sociocultural e configuração territorial muito própria e diversa de outras regiões do Brasil.

No contexto regional, Tabatinga é um município que tem protagonismo entre os demais municípios da microrregião do Alto Solimões, mantendo com isso melhores níveis de investimento em infraestruturas e urbanização. As cidades periféricas, apresentam-se com níveis muito baixos em infraestruturas, desenvolvimento social e fomento à produção local. Esse cenário coloca Tabatinga como território atrativo, com melhores condições socioeconômicas embora ainda não sejam as ideais.

A intensificação da deslocação da população dos municípios circunvizinhos justifica-se pela procura das infraestruturas, dos serviços públicos e do comércio mais intenso instalados em Tabatinga. Esse contexto

origina-se no mau planejamento urbano dos restantes municípios que apresentam carências infraestruturais, sobrecarregando a já frágil infraestrutura de Tabatinga.

São diversas as potencialidades ambientais e econômicas do município. No entanto é necessário o fortalecimento, por parte dos gestores, das atividades econômicas direcionando-as para um modelo socioambientalmente sustentável.

O incentivo às atividades de desenvolvimento turístico com ênfase na relação transfronteiriça, no ecoturismo e na produção artesanal indígena poderiam ser um eixo bastante promissor ao incentivo de criação de micro-empresendimentos que dinamizariam as receitas municipais. É necessário o apoio à abertura de novos canais de comercialização e estruturação de cadeias produtivas baseadas numa economia mais sustentável da floresta que priorize os polos de produção local e que fortaleça as associações e as cooperativas.

Considerando a riqueza da biodiversidade do ecossistema amazônico, a piscicultura e a fruticultura com espécies típicas regionais, também se mostram promissoras para a construção de uma base produtiva de potencial em Tabatinga.

O município de Tabatinga apresenta um elevado nível de preservação de seus recursos florestais, muito embora no sudoeste, onde localiza-se sua sede urbana, os níveis de degradação e impactos ambientais sejam mais visíveis e em níveis que preocupam.

Sua exuberância florestal firma-se na riqueza hidrográfica da região que unida ao clima equatorial, colaboram para a intensificação dos processos fotossintéticos trazendo sustentabilidade às cadeias biológicas e colaborando para sua diversidade.

Apesar de apresentar maioritariamente, solos pouco férteis, a quantidade de matéria orgânica advinda das plantas e animais mortos, retroalimentam o ciclo biológico, dando sustentabilidade ao conjunto biosférico.

Por outro lado, as condições geológicas em rochas sedimentares, determinam a frequente ocorrência de processos morfogenéticos que limitam usos e ocupações sobretudo em áreas de influência fluvial (Terrenos Aluviais).

Para além dos Terrenos Aluviais, ocorrem também no município, áreas sob influência das Terras Firmes e áreas com características de campinas, com vegetação mais espaçada. A maior parte do desenvolvimento das atividades produtivas no município, executam-se sobre as áreas de influência fluvial e as áreas de tabuleiros.

A população do município majoritariamente jovem e com forte presença de povos indígenas, concentra-se na área urbana, onde ocupa-se no comércio, nos serviços e em atividades ligadas ao setor terciário.

A escolaridade da população tem melhorado nas últimas duas décadas, apesar de ainda existir uma parcela considerável de residentes com baixo nível de instrução, o que também colabora para haver no município grandes desigualdades de renda entre as famílias.

Na composição do IDH municipal, apesar da educação ter tido um importante crescimento entre 1991 e 2010, foi a longevidade que mais contribuiu para a elevação do IDH em 2010. Em duas décadas a população de Tabatinga alcançou uma evolução positiva de seis anos acrescidos a expectativa de vida ao nascer que era de 65 anos em 1991.

As vulnerabilidades ambientais e as limitações ao desenvolvimento sustentável em Tabatinga, relacionam-se fortemente com as vulnerabilidades sociais, como os níveis de pobreza, de escolaridade, de rendimento, de saúde, de segurança, de habitação e de acesso aos serviços básicos.

Apesar das melhorias no processo de urbanização, Tabatinga revela uma ineficiência na articulação de políticas de infraestruturas, não atendendo às comunidades carentes e contribuindo para uma expansão urbana desordenada e sem planejamento. A melhoria da qualidade de vida da população passa necessariamente pelos investimentos na rede de serviços básicos (saneamento, recolha de RSU e abastecimento de água).

Políticas públicas de acessibilidade completa a estes serviços, seriam determinantes na elevação do IDH, trazendo com isso uma maior possibilidade à sustentabilidade socioambiental no município e na microrregião do Alto Solimões.

4. PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS, CARATERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS E OBTENÇÃO DOS DADOS

4.1 Nota introdutória

Apesar dos avanços nas ferramentas de análise espacial em Sistemas de Informação Geográfica e na sua utilização em diferentes contextos do processo de planeamento e investigação, ainda se observam algumas limitações no acesso a estas ferramentas em ambientes corporativos e institucionais, sobretudo em regiões que não apresentam adequadas infraestruturas de recursos técnicos e instrumentais, como é o caso da Amazônia.

A definição de estratégias para melhorar a ocupação e os usos do solo requer um diagnóstico mais realista e soluções mais sustentadas, sendo os SIG as ferramentas que melhor podem contribuir para esse desígnio. Porém, em espaços como o da Amazônia, ainda é notória a ausência de informação geográfica georreferenciada, condicionando a utilização destas ferramentas no processo de planeamento, designadamente em estudos que requerem a utilização de dados a grandes escalas geográficas (*e.g.*, 1:500; 1:1.000 e 1:2.000).

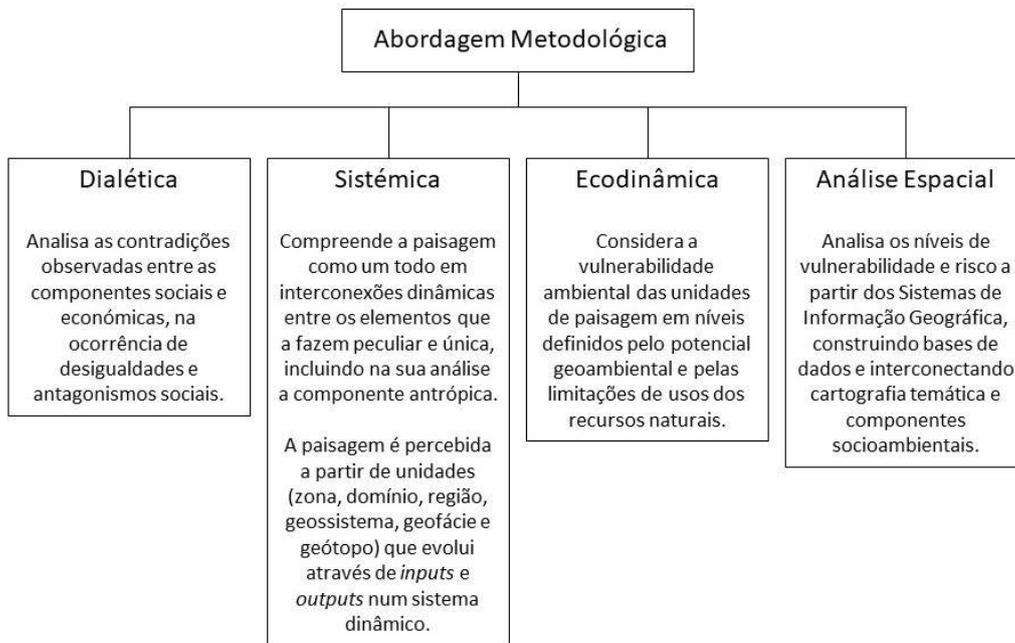
Neste capítulo apresentam-se os pressupostos metodológicos e as fontes de dados, primários e secundários, utilizados nesta investigação. Relembramos que auspiciamos obter os elementos necessários para desenvolver um modelo automático e articulado que facilite a identificação de vulnerabilidades e riscos na área de estudo. De igual modo, também apresentamos as principais barreiras encontradas no decorrer desta investigação e a contextualização das amostras que foram recolhidas e a sua delimitação espaço-temporal.

4.2 Abordagem metodológica

O estudo da paisagem na sua dinâmica socioambiental tem marcado, ao longo do tempo, diversas abordagens de investigação e interpretação dos fenómenos geográficos relacionados com a identificação das áreas de vulnerabilidade e de risco. Nesta investigação centramo-nos na abordagem dialética associada à abordagem sistémica, por considerarmos que a paisagem é um elemento indissociável das dinâmicas sociais que ocorrem no território. Assim, urge pensar de forma articulada que as dinâmicas sociais e as dinâmicas naturais próprias de cada território, ocorrem em simultâneo condicionando as

diferentes formas de usos do solo. Deste modo, a conjugação da abordagem sistémica na compreensão da paisagem, e da abordagem dialética para a compreensão das desigualdades sociais, torna-se necessária para o entendimento dos processos que originam as vulnerabilidades socioambientais e determinam os níveis de risco nas áreas de influência fluvial em Tabatinga (Figura 86).

Figura 86 – Esquema conceitual da abordagem metodológica utilizada na investigação



Fonte: Elaboração própria com base em vários autores.

O método dialético procura indicar a realidade na sua essência contraditória e em transformação. Propõe compreender a essência das coisas, considerando a realidade na sua totalidade enquanto dinâmica e em construção social. Destacam-se como expoentes da dialética os seguintes autores. Em primeiro lugar, Diderot (1772), que contribuiu para o pensamento na segunda metade do século XVIII. Também Rousseau (1762), pensador do Iluminismo, que considerava as organizações sociais como instituições que retiram a liberdade do ser humano e que identificou a democratização social como uma necessidade. Mais tarde, Marx e Engels (2008), deram à dialética a perspetiva da atuação histórica e material dos indivíduos, na forma de luta cotidiana para a produção das suas condições materiais de existência (Konder, 2017).

A perspetiva dialética possibilitou o entendimento dos processos sociais, das desigualdades e contradições presentes nas dinâmicas sociais, que se estabeleceram no espaço amazónico. Para tal, baseamo-nos nos estudos de Wisner *et al.* (2004), Veyret (2007), Almeida (2010), Welle e Birkmann

(2015), Feldmeyer, Birkmann e Welle (2018) e Eakin, Muñoz-Erickson e Lemos (2018), que utilizaram a abordagem dialética em estudos de vulnerabilidades e riscos.

Por seu turno, a abordagem sistêmica advém das escolas russa e alemã que desenvolveram estudos geossistêmicos considerando para as análises, as escalas espaciais regionais. Entre os principais autores que se debruçaram sobre esta abordagem destacamos Bertrand (1968), Gerasinov (1969), Beroutchachvili e Bertrand (1978), Christofolletti (1979), Preobrazhenskiy (1983), Rougerie e Beroutchachvili (1991), Clayton, Chorley e Kennedy (2006) e Almeida (2010). Por seu turno, os textos de Sotchava (1977), dos franceses Tricart (1977), Tricart e Killian (1982) e Bertrand (1968), e dos brasileiros Christofolletti (1979), Monteiro (2000), Lopes, Silva e Gourlart (2015), Lima e da Silva (2015), Dias e Perez Filho (2017), referenciaram a pesquisa na procura da integração, usando uma perspectiva holística, sistêmica e analítica dos aspetos naturais das áreas fluviais sob a influência socioeconômica dos usos.

A abordagem sistêmica possibilita a delimitação da paisagem em diferentes escalas de análise com o objetivo da compreensão da dinâmica paisagística. Na perspectiva de Georges Bertrand a realidade é representada através de uma hierarquia, em unidades superiores (zona, domínio e região) e em unidades inferiores (geossistema, geofácies e geótopo) (Bertrand, 2004).

Considerando o município de Tabatinga como área de estudo, delimitamos a paisagem a partir de unidades inferiores, onde o geossistema foi definido como unidade fisionômica homogênea, complexa e conjunta, tendo como subdivisão os geofácies nos seus aspetos fisionômicos.

Para além destas abordagens, foi analisada a capacidade de suporte dos ambientes, definida pelo limite do sistema natural em manter as suas funções em equilíbrio e em níveis que se auto recuperam. Tal capacidade de suporte deve-se aos níveis de uso dos seus recursos e das cargas máximas dos agentes (materiais) externos inseridos no sistema e que podem ser regenerados, reciclados ou processados sem prejuízo da harmonia natural e sem que haja acumulação ou perturbação danosa para as funções vitais do ambiente (geossistema).

A abordagem ecodinâmica da paisagem, proposta por Tricart (1977), define a vulnerabilidade ambiental das unidades e considera os seguintes ambientes: ambientes estáveis; ambientes de transição; ambientes instáveis e ambientes fortemente instáveis. Estas categorias são fundamentadas e definidas a partir do potencial geoambiental e das limitações de uso dos recursos naturais disponíveis, das

condições ecodinâmicas, da vulnerabilidade ambiental e dos indicadores quanto ao uso compatível do solo de cada unidade geoambiental.

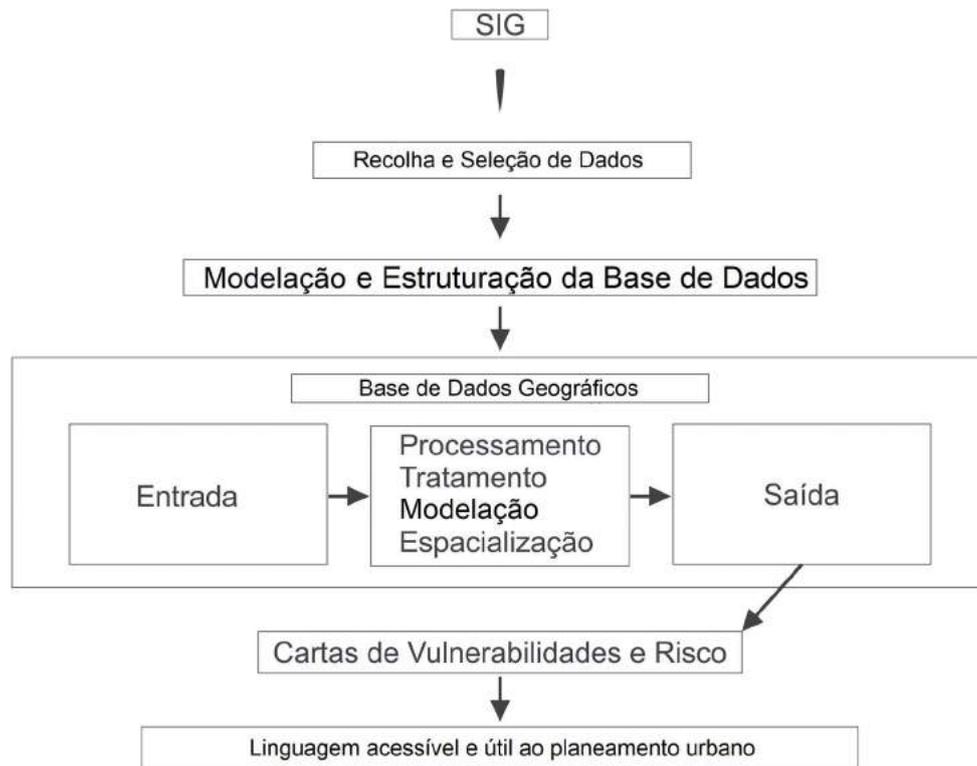
A identificação cartográfica da vulnerabilidade do território contribuiu para o melhor entendimento das condicionantes que reduzem a capacidade dos lugares em responderem às ameaças ambientais, ou seja, diminuindo a sua capacidade de resiliência (Cutter, Boruff e Shirley, 2003; Cutter e Finch, 2008; Cutter, Burton e Emrich, 2010; Guillard-Gonçalves *et al.*, 2015; Kleiber e Kotowicz, 2018).

O conceito de vulnerabilidade tornou-se um conceito central para o desenvolvimento de estratégias de redução e mitigação das consequências dos impactes naturais e sociais, em diferentes escalas de análise (local e regional). Um dos principais desafios na investigação foi desenvolver um modelo em SIG que permitisse medir os diferentes níveis de vulnerabilidade e risco a partir dos impactes socioambientais. Para medir a vulnerabilidade foi preciso refletir sobre o que é vulnerável, quais são os espaços expostos à vulnerabilidade e quais são os fatores que influenciam e produzem a vulnerabilidade (Birkmann e Wisner, 2006). Turner *et al.* (2003), Birkmann e Wisner (2006) e Cutter e Finch (2008) destacaram nos seus estudos o propósito de tornar funcional o conceito de vulnerabilidade, principalmente no sentido da sua mensuração e hierarquização espacial.

No contexto dessas abordagens e com a evolução alcançada, nos últimos anos, dos recursos dos SIG dedicados à análise espacial, foi possível o desenvolvimento de análises mais complexas e com um maior número de variáveis. De facto, as ferramentas de análise espacial possuem um grande potencial para avaliar, por exemplo, áreas de impactes socioambientais, áreas de risco e vulnerabilidades socioambientais. Pela capacidade dos SIG em armazenar, manipular e construir grandes bases de dados georreferenciadas, torna-se exequível realizar uma análise direcionada para o planeamento territorial e o entendimento das problemáticas socioambientais em Tabatinga.

A estruturação da informação e dados referentes ao município de Tabatinga fundamentou-se nas ferramentas de SIG e nas geotecnologias, capazes de obter um retrato mais realista das vulnerabilidades e áreas de risco no município, considerando as dinâmicas naturais e sociais no espaço de influência do Solimões (Figura 87). Após a inventariação das variáveis a inserir no modelo, constatou-se a necessidade de construção de informações primárias destinadas a suprir a inexistência de algumas variáveis importantes na composição do modelo. Numa primeira fase procurou-se obter os dados através de fontes secundárias e de forma complementar os que eram possíveis a partir de fontes primárias.

Figura 87 – Esboço metodológico da construção do mapeamento das vulnerabilidades e riscos



Fonte: Elaboração própria.

Os projetos de SIG implementados nesta tese foram estruturados usando o *Datum* D-Sirgas 2000 e o sistema de coordenadas *South América* Sirgas 2000 UTM Zona 19 S, com projeção *Transverse Mercator*. Em termos de modelação e de análise espacial utilizámos a plataforma SIG da ESRI, ArcMap na sua versão 10.2.2.

A informação cartográfica produzida pretendeu caracterizar a componente ambiental do território (hidrografia, geomorfologia e infraestruturas básicas), a componente jurídico-institucional (divisão político-administrativa, situação fundiária e terras indígenas) e a componente dedicada às condições socioeconómicas da população (rendimento, saúde, saneamento básico, tratamento de resíduos sólidos, condições de habitação, níveis de instrução e profissão).

A proposta do modelo de dados e da análise espacial vai além de uma análise isolada de variáveis por considerarmos relevante a realização de uma análise sistémica do território. Assim, foi necessário produzir cartografia temática representativa das características geoambientais e paisagísticas de Tabatinga de modo a possibilitar o cruzamento das variáveis e consequentemente a realização de análises com aspetos socioambientais. Nos próximos *itens* descrevemos as fontes de dados utilizadas.

4.3 Fontes de dados e análise estatística descritivo-bibliométrica

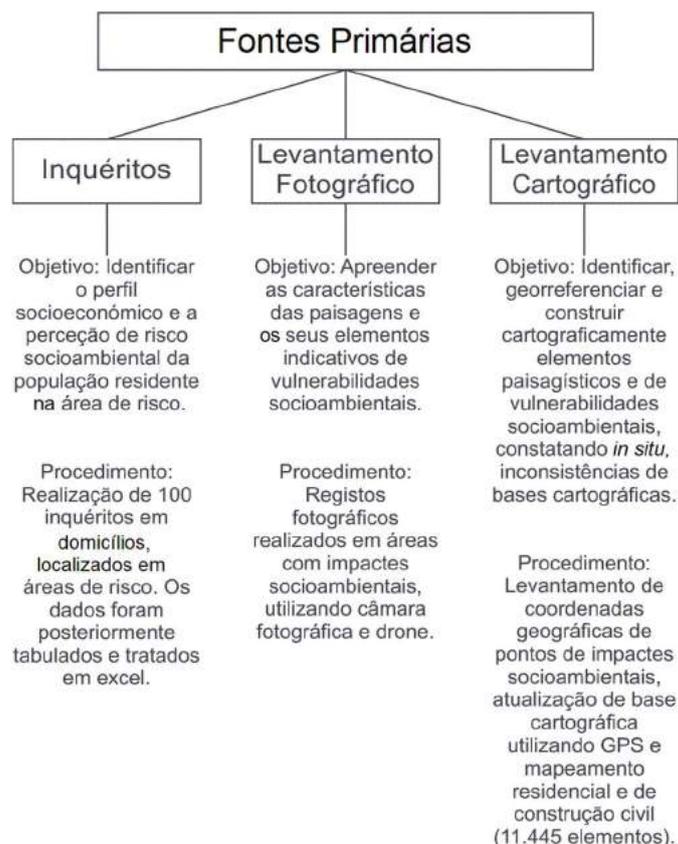
Para a concretização dos objetivos delineados recorreremos a informação proveniente de fontes primárias e secundárias, fundamental para a delimitação teórica, conceitual e territorial, bem como para a caracterização das dinâmicas socioambientais do espaço em estudo.

Partimos da premissa de que as áreas ambientalmente mais vulneráveis são ocupadas por população com maior vulnerabilidade social e económica. Também pressupomos que os espaços com elevada vulnerabilidade se assumem como espaços de risco.

4.3.1 Fontes primárias

As fontes primárias utilizadas no âmbito da investigação complementaram a informação estatístico-cartográfica e ao mesmo tempo enriqueceram, em termos qualitativos, a análise realizada (Figura 88).

Figura 88 – Fontes primárias utilizadas na investigação



Fonte: Elaboração própria.

Para o efeito, foram realizados inquéritos à população, registos fotográficos e levantamento cartográfico. Estes resultados permitiram uma melhor caracterização *in loco* das problemáticas vividas pelas populações instaladas nas áreas críticas, designadamente sobre as diferentes realidades socioeconómicas e as relações humanas estabelecidas com o espaço natural das planícies fluviais do Solimões.

Considerando que o modelo proposto nesta tese assenta na análise espacial com recurso às ferramentas de SIG, a informação cartográfica de base foi fundamental para a sua aplicação. Após validação das informações existentes nas fontes secundárias, deparamo-nos com o facto de muita informação ser inexistente, o que implicou a recolha e edição durante vários meses. Esta foi uma das tarefas que ocupou uma parte do tempo disponível para a execução desta investigação e decorreu sobretudo entre agosto de 2018 e maio de 2019.

4.3.1.1 Inquéritos

A aplicação de inquéritos à população residente, designadamente nas áreas mais problemáticas, implicou a realização de trabalho de campo. A deslocação decorreu por terra, com o uso de uma motocicleta, e por água, com o uso de um barco.

A etapa de campo foi bastante complexa e necessitou de apoio de moradores locais, devido às condições de risco do território analisado, destacando-se as dificuldades de acesso às habitações, devido à inexistência de arruamentos, e aos elevados níveis de violência urbana desses espaços.

O questionário usado (Anexo I – Inquérito aos residentes nas áreas de risco aplicado em fevereiro de 2018 a 100 residentes, eleitos de forma aleatória, nas áreas mais vulneráveis do município de Tabatinga. A amostra de 100 habitações considerou o universo de 340 domicílios nas áreas de risco, com um nível de confiança de 95% e com uma margem de erro de 8,25% (Netquest, 2020).

Os questionários foram estruturados em 19 perguntas, agrupadas em cinco grupos (Quadro 20). Procurou-se a estruturação do questionário de maneira a que as perguntas fossem curtas e objetivas. O questionário demorou em média 10 minutos a ser respondido. Adicionalmente optou-se pelo uso de uma linguagem acessível e simples, considerando o baixo nível de instrução da maioria da população, habitante nos espaços de risco.

Quadro 20 – Caracterização dos grupos de questões do inquérito aplicado à população residente

Grupo	Objetivo
1	Compreender as motivações que levaram o inquirido a escolher habitar nas áreas de risco.
2	Compreender a relação dos inquiridos com o ambiente no que diz respeito ao depósito dos resíduos sólidos, ao acesso à água e ao entendimento sobre o papel do poder público na assistência e disponibilização de serviços básicos. Também se procurou compreender o nível de percepção dos inquiridos sobre a atuação dos agentes públicos na sua relação com as problemáticas socioambientais.
3	Identificar os episódios de contaminação de doenças transmitidas por vetores e organismos encontrados nos espaços com elevada presença de resíduos sólidos e de poluição hídrica.
4	Compreender a percepção do risco associada ao facto de residir em espaços de risco e sobre os anseios de habitar noutros espaços.
5	Caraterizar os inquiridos.

Fonte: Elaboração própria.

4.3.1.2 Levantamento de registos fotográficos

A realidade territorial de Tabatinga é muito peculiar pelo que consideramos pertinente recorrer ao levantamento de registos fotográficos e à identificação dos problemas socioambientais, para obtermos um retrato territorial mais realista. Os registos fotográficos foram obtidos entre março de 2016 e fevereiro de 2019 e incidiram maioritariamente sobre as áreas de planícies fluviais e os espaços periféricos do núcleo urbano, por essas áreas apresentarem mais problemas socioambientais. Com efeito foram reproduzidas 902 fotografias, cuja análise serviu também para orientar o diagnóstico da situação atual do território de estudo. O seu tratamento foi realizado através da georreferenciação das fotografias e permitindo a inserção de parte delas na cartografia elaborada.

Para além dos registos fotográficos também tivemos a necessidade de recolher as coordenadas geográficas dos pontos com maior impacte ambiental na cidade, que posteriormente foram introduzidas na base de dados geográfica. Este levantamento foi realizado com recurso a um GPS de campo nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2017 e nos meses de fevereiro, março e abril de 2018.

4.3.1.3 Levantamento de informações cartográficas inexistentes

Apesar da cartografia disponibilizada para o Estado do Amazonas e Tabatinga, era insuficiente a informação cartográfica, circunscrita, sobretudo, à área de Tabatinga e era quase inexistente a cartografia para uma grande escala de análise geográfica. Além disso, foram identificados problemas cartográficos nessas bases, *e.g.*, no que se refere aos limites administrativos, divisões e linhas de fronteiras, tendo sido necessário proceder à retificação e ao ajuste das inconsistências com base no trabalho de campo anteriormente descrito. Assim, para ultrapassar estas limitações foi necessário proceder ao levantamento e edição da informação sobre o território considerada fundamental para a identificação das áreas vulneráveis e de risco em Tabatinga de acordo com o modelo proposto nesta tese.

Deste modo, foram construídas bases cartográficas vetoriais relativas à rede de drenagem com elevado nível de detalhe, à compartimentação geoambiental e unidades de paisagem, à evolução urbana e às áreas de expansão residencial em Tabatinga, ao uso e ocupação do solo e ao mapeamento das unidades residenciais no município. Destaca-se, por exemplo, a criação de uma camada acerca do edificado em Tabatinga cuja edição, a partir das imagens de satélite, resultou em mais de 11.000 polígonos. Esta tarefa é, em ambiente SIG, das operações que mais tempo consome, pelo que urge que espaços como o analisado, passe a estar dotado de informação territorial, em SIG, mais atualizada e abrangente. O Quadro 21 apresenta as características da cartografia produzida no âmbito desta tese que se revelou fundamental para sustentar o modelo proposto.

Quadro 21 – Produção de cartografia de base inexistente para o território em estudo

Base Cartográfica Vetorial	Caraterísticas
Divisão política municipal do Estado do Amazonas	Atualizada com base nos Atos das Disposições Constitucionais Transitórias - ADCT, Art. 26, Constituição do Estado do Amazonas, promulgada a 05 de outubro de 1989.
Rede hidrográfica	Elaborada a partir das bases vetoriais adquiridas da ANA e reformulada a nível municipal a partir de Imagem SRTM à escala de 1:500, 1:1.000 e 1:2.000.
Geomorfologia	Elaborada pelas Imagens SRTM à escala de 1:250.000 (SA 19 Y D – Santa Rita de Weil e SB 19 V B – Benjamin Constant) e Google Earth Pro.
Fitologia	Atualizadas pelas Imagens SRTM e Google Earth Pro.
Unidades geoambientais	Elaboradas a partir de análises de imagens SRTM, Cbers e Landsat e de sobreposição de temas físico-naturais, a partir da interpretação das cenas SA-19-Y-D e SB-19-V-B e levantamento de campo realizado entre 2017 e 2019.
Desmatamento	Atualizada a partir de imagens disponibilizados pelo Google Earth Pro, 2019.
Evolução urbana e áreas de expansão	Elaborada com base na interpretação das imagens do satélite Landsat – Copernicus, datadas de 18/02/2007 e 05/09/2018, bem como em levantamentos de campo realizados entre 2017 e 2018.
Uso e ocupação	Elaborada a partir de imagens do satélite Landsat – Copernicus, datadas de 18/02/2007 e 05/09/2018, bem como de levantamentos de campo realizados entre 2017 e 2018.

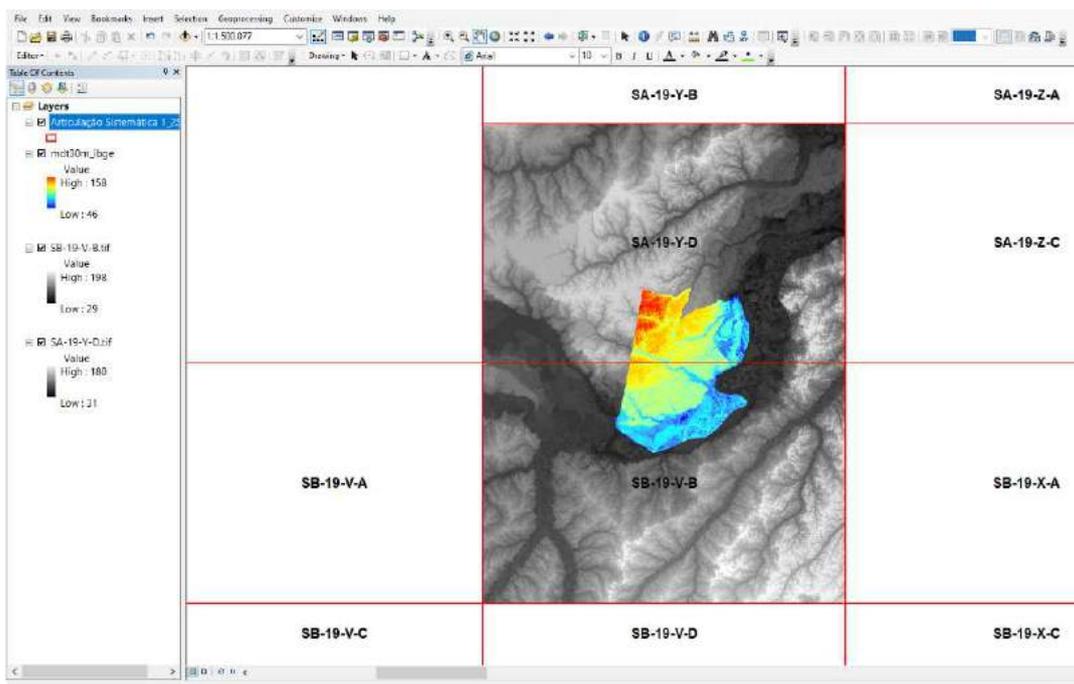
Rede Viária	Atualizada a partir de imagens do Google Earth Pro (2019).
Residências, moradias e habitações	Elaborada a partir de interpretação visual de imagens Landsat – Copernicus, Google Earth Pro (2019) e Basemap do ArcMap 10.2.2. No total foram vetorizados 11.445 polígonos, representando os imóveis (residências, comércio e edifícios públicos).

Fonte: Elaboração própria.

Na fase de levantamento da informação disponível, detetamos a ausência de informação detalhada sobre a rede de drenagem do território de estudo. Por isso, foi necessária a elaboração desta informação a partir do ambiente SIG.

Inicialmente foi definido e realizado o recorte matricial da área de Tabatinga, contida nas imagens SRTM à escala 1:250.000, das Folhas SA 19 Y D e SB 19 V B (Figura 89), seguido da classificação e mapeamento da rede de drenagem e das unidades geoambientais.

Figura 89 – Articulação das folhas usadas na composição do mosaico SRTM para a área de Tabatinga



Fonte: Elaboração própria.

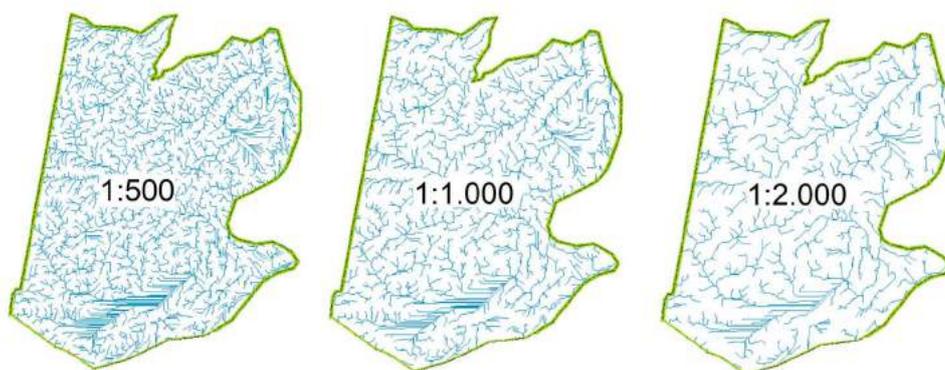
A identificação da drenagem e individualização dos compartimentos de geofácies foram obtidas a partir do Modelo Digital de Terreno (MDT) do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que foram obtidas a partir de sensores do ônibus espacial Endeavour, numa parceria entre Estados Unidos da América, Alemanha e Itália. Esta camada possuía uma resolução de 90 metros em cada *pixel* a qual foi

posteriormente processada a partir das bandas 1, 3 e 30 e de imagens GeoCover. Os geoambientes foram agrupados de acordo com a caracterização textural e rugosa das imagens. A classificação das imagens foi realizada com suporte de uma grade composta por quadrículas de 2 km² tendo sido posteriormente, justapostas em mosaico para a área do município de Tabatinga.

O recorte do MDT em forma retangular foi utilizado para a construção e extração da informação da rede hidrográfica. A opção por utilizar a imagem em formato retangular para este mapeamento e análise, considerou as sinuosidades da hidrografia, a intensidade, a migração de canais fluviais e a ocorrência do percurso do rio coincidindo com os limites do município no lado sul e leste. Esta opção possibilitou uma análise que incluísse áreas que extrapolariam os limites do município promovendo uma melhor classificação da rede de drenagem no que se refere ao sentido da deriva fluvial e as suas influências na hidrodinâmica.

A rede hidrográfica foi gerada a partir do MDT tendo-se procedido ao aumento da resolução espacial. Para tanto realizou-se a projeção automatizada de cada *pixel* da imagem, de modo a tornar a resolução inicialmente de 90 metros para 30 metros, com apoio da ferramenta *Resample*, e permitindo a construção de uma nova grade de *pixéis*. Posteriormente recorreu-se ao módulo *hydrology*, do *Spatial Analyst*, no ArcMap, para a identificação e posterior construção da rede de drenagem (Figura 90).

Figura 90 – Rede de drenagem, em Tabatinga, derivada por processos automáticos e respectivas escalas



Fonte: Elaboração própria.

A compartimentação do território, demonstrado na construção do mapa das unidades geoambientais (apresentado no capítulo 3), ocorreu segundo a delimitação da rede de drenagem nas suas microbacias e pela constatação das diferenças dos potenciais ecológicos e das ecodinâmicas nas unidades de paisagem, delimitando-as a partir de sua heterogeneidade mínima em nível de feições paisagísticas.

Na compartimentação dos geoambientes considerou-se a classificação do terreno de forma hierarquizada pelos processos de formação geológica, pelas características topográficas e geomorfológicas e pelo comportamento da drenagem e da vegetação, seguindo o princípio de que as áreas desenvolvidas pelas mesmas condições geoambientais podem apresentar comportamentos semelhantes. Os níveis de instabilidade foram baseados em análises de fatores temporais que se relacionam com a morfogênese (Sotchava, 1977; Preobrazhenskiy, 1983; Ross, 1994; Meirelles, 1997; CPRM, 2010; Lima e Silva, 2015).

A avaliação e classificação do terreno baseou-se no enfoque da paisagem, que consiste na delimitação de feições paisagísticas baseadas em observações foto interpretativas e de trabalho de campo, bem como no enfoque dos parâmetros, que consiste na delimitação de feições baseadas em medidas geométricas (declive, amplitude e extensão). A elaboração do mapa combinou técnicas de mapeamento direto e análises de imagens de satélite com bandas espectrais e sensores diferentes (SRTM, Cbers, LandSat).

O Modelo Digital do Terreno (MDT) foi fundamental na construção das isoípsas e da rede de drenagem, identificando a hierarquia das microbacias e o comprimento dos cursos hídricos. O trabalho de campo identificou a litologia e os materiais não consolidados tendo como base cartas geológicas do Estado do Amazonas.

As feições ambientais foram identificadas tendo em conta as seguintes categorias:

1. Terras Firmes (Colinas de 85 a 155 m de altitude e Tabuleiros de 70 a 115 m de altitude);
2. Terrenos Aluviais;
3. Campinas e
4. Espelhos de água.

A representação dos geoambientes serviu de elemento cartográfico importante na definição das fragilidades ambientais em termos dos usos e ocupação, na área de influência do Solimões, considerando as potencialidades e limitações ambientais dos geofácies.

A elaboração e edição de dados também foi fundamental para representar o núcleo urbano e os usos e ocupações do solo. Os processos de crescimento urbano em Tabatinga têm sido evidentes e a compreensão da sua evolução é importante no contexto da análise dos riscos a partir da distribuição dos equipamentos públicos, designadamente as infraestruturas dos serviços básicos, tais como o

abastecimento de água, de energia, da rede de saneamento e das infraestruturas de mobilidade, bem como o desenvolvimento dos serviços públicos e privados (escolas, postos de saúde, hospitais e comércio).

A representação da evolução do perímetro urbano de Tabatinga e da sua expansão, foi realizada através da aplicação Google Earth Pro, que permite a comparação de imagens de satélite em períodos diferentes, e do software ArcMap na sua versão 10.2.2. Esta alternativa resultou do facto de não ter sido possível obter imagens mais antigas, com resolução compatível à escala do mapeamento e ao recorte temporal desejado, nas plataformas públicas (INPE, IBGE, SDG). Considerando a qualidade das imagens optamos por utilizar o período de fevereiro de 2007 e setembro de 2018, na aplicação Google Earth Pro (versão 7.3.3/Maxar Technologies).

As interpretações das imagens históricas, para o mapeamento da área urbana do município, concentraram-se, nas imagens do mosaico do Google Earth Pro, circunscritas ao sudoeste do município (4º Quadrante) e adjacentes à sede urbana. Deste modo, foram desconsideradas as imagens circunscritas aos quadrantes 1, 2 e 3.

A opção metodológica por desconsiderar as imagens distantes da sede urbana deveu-se à pouca ocorrência de espaços ocupados pelas atividades humanas nas áreas florestadas, sobretudo as áreas leste e norte do município que são ocupadas por florestas densas e fazem parte da área reservada aos indígenas Ticunas (Território Indígena Evaré I).

Após a vetorização e construção dos polígonos da área urbana e da área de expansão urbana, no *Google Earth Pro*, realizou-se a importação do arquivo para o ArcMap. A definição da área urbanizada foi determinada pelas características dos padrões observados nas imagens, em relação à ocorrência de arruamentos, casas e edificado, evidenciando a presença de infraestruturas urbanas nos espaços ocupados.

Para a classificação das áreas de expansão urbana, observou-se nas imagens, sobretudo a ocorrência de abertura ou ampliação de novas estradas e ou mudanças de tipologias da rede viária, além da ocorrência de manchas que evidenciavam desmatamento, atividades agropecuárias ou instalação de loteamentos para atividade imobiliária.

Por seu turno, o mapeamento de uso e ocupação do solo, destacou-se pela sua importância no entendimento dos padrões de organização espacial do uso e da exploração dos recursos ambientais a partir da cartografia dos processos socioeconómicos, verificados sobretudo no ambiente urbano de

Tabatinga. É consensual a importância destes mapeamentos nas políticas de planejamento socioambiental e ordenamento do território, possibilitando aos agentes públicos uma base técnica para a tomada de decisão.

Considerando a influência direta dos usos e ocupação do solo no escoamento superficial, com implicação ou não na ocorrência dos processos erosivos, inundações e assoreamentos, é importante o mapeamento dessas variáveis na gestão de risco e na definição de políticas públicas para a minimização da problemática socioambiental.

Os processos de uso e ocupação desordenada, sobretudo nas áreas urbanas, favorecem a ocorrência de impactos de ordem ambiental, uma vez que as ações realizadas no ambiente exercem pressão sobre os seus recursos, vulnerabilizando-os. A impermeabilização e poluição do solo, a degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, a acumulação inadequada dos resíduos sólidos e o despejar de efluentes em recursos hídricos, são algumas das problemáticas socioambientais verificadas nos adensamentos populacionais em Tabatinga.

Para a identificação dos usos no município de Tabatinga, foi usado como base o mapeamento sistemático ao milionésimo, realizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), em 1977, no âmbito do projeto Radam Brasil, à escala de 1: 1.000.000. As folhas utilizadas, que compreendiam a extensão do município de Tabatinga, foram a SA19 – Içá e a SB19 – Juruá.

Como complemento ao mapa base, foram usadas fotografias aéreas (obtidas através de um drone), imagens de satélites (Cbers 04, LandSat e Sentinel) e imagens disponibilizadas pelas plataformas virtuais (Google Earth Pro e BaseMap do ArcMap). Considerando a disponibilidade de imagens para Tabatinga e a sua resolução temporal para a região, optou-se por considerar os anos de 2007 e 2018, abarcando o máximo de imagens de satélite obtidas nesse período. Estas imagens permitiram criar um mosaico tendo como base a interpretação dos elementos visuais no conjunto das informações em *raster* (e.g., a tonalidade, o padrão, a forma, a dimensão, a sombra, a textura, a cor e a topografia). Além da análise espacial, também foram analisadas as alterações sofridas ao longo do tempo dos tipos de usos e das atividades desenvolvidas no município, bem como as mudanças de características da paisagem, como a cobertura vegetal e sua evolução.

Relembramos que a ausência de informação georreferenciada sobre o edificado na área de estudo implicou a edição de 11.445 imóveis residenciais, comerciais e edificados públicos, assim como o conjunto das ruas do núcleo urbano.

As categorias de uso e ocupação do solo foram divididas em: áreas de floresta, áreas de proteção ambiental, áreas com presença de atividades agropecuárias, áreas desmatadas, áreas com indicação de processos de desmatamento, áreas com extração mineral, áreas com ocupação urbana e residencial e áreas com infraestruturas logísticas (portuária e aeroportuária). As categorias foram representadas de acordo com as seguintes características:

1. Áreas de floresta - identificadas a partir da cobertura vegetal de porte arbóreo homogêneo, de aspeto nativo e com limites disformes (Figura 91 – 1).
2. Área de proteção ambiental - identificada a partir da cobertura vegetal de porte arbóreo homogêneo, de aspeto nativo e com formas lineares, evidenciando limites legais (Figura 91 – 2).
3. Áreas com presença de atividades agropecuárias - reconhecidas a partir da presença de lavouras permanentes ou temporárias, com características de vegetação dispersa, arbustiva e com gramíneas, de forma regular, tendencialmente linearizada, e com característica textural evidenciando associação com áreas de solo exposto ou áreas alagáveis. Em alguns casos observou-se também o cultivo de pastagens para os rebanhos, intercaladas com árvores nativas dispersas com o propósito de proporcionar sombra aos rebanhos em criação extensiva (Figura 91 – 3).
4. Áreas desmatadas - determinadas pela existência de solo desprovido de cobertura vegetal e não ocupados por edificações ou por qualquer outra atividade económica (Figura 91 – 4).
5. Áreas com indicação de processos de desmatamento - caracterizadas por formas mistas (lineares e disformes) com presença de restos florestais e caminhos de acesso para o possível escoamento da madeira (Figura 92 – 3).
6. Áreas com extração mineral - identificadas pelo desenvolvimento de atividade mineira associada à presença de áreas de extração (ativas e inativas) e edificados, caracterizando o desenvolvimento de atividade económica. No caso de Tabatinga a extração mineral refere-se à extração de argilas para a produção de tijolos e telhas, destinadas à construção civil (Figura 92 – 4).
7. Áreas com ocupação urbana e residencial - caracterizadas pela presença de edificações, sistema viário, fábricas, comércio, hospitais, escolas e instituições públicas, apresentando superfícies artificiais não agrícolas, com uma continuidade espacial de padrão morfológico linear evidenciando loteamentos, áreas residenciais e quarteirões, apesar das ocupações residenciais indígenas não seguirem efetivamente padrões lineares (Figura 92 – 2).

8. Áreas com infraestruturas logísticas (portuária e aeroportuária) - identificadas pela presença de instrumentos de infraestruturas logísticas para fluxos de pessoas e mercadorias, associadas a áreas de armazenagens e edificadas com função logística (Figura 92 – 1).

Figura 91 – Categorias de uso e ocupação do solo no município de Tabatinga



Fonte: Elaboração própria, com base nas imagens do BaseMap do ArcMap 10.2.2.

Figura 92 - Categorias de uso e ocupação do solo no município de Tabatinga



Fonte: Elaboração própria, com base nas imagens do BaseMap do ArcMap 10.2.2.

A partir dessas categorias foram possíveis análises sobre:

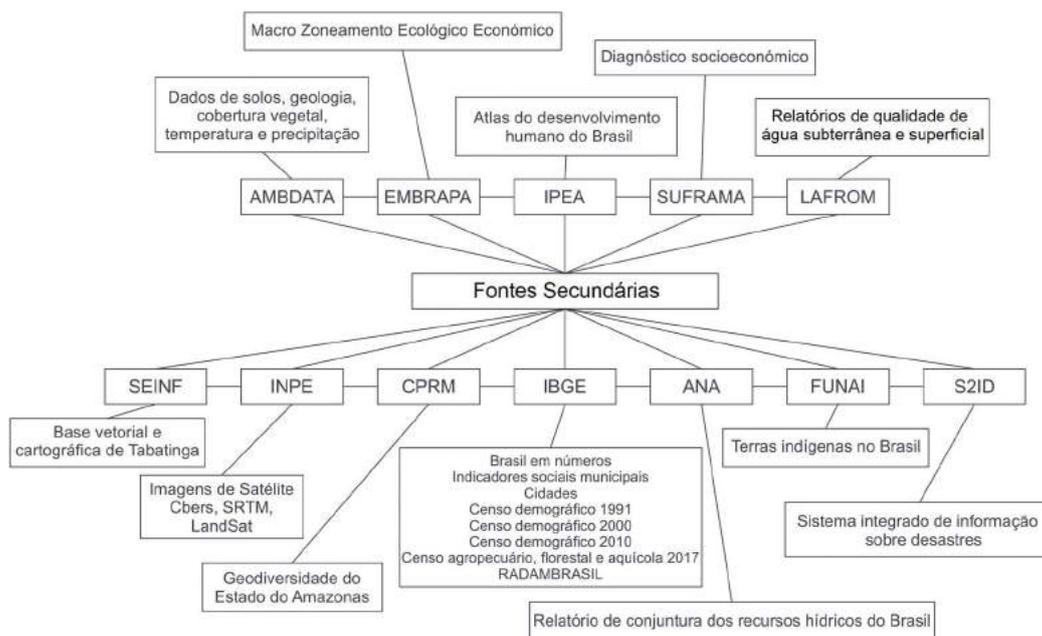
- Tipologias ocupacionais e respectivas densidades, obtidas a partir das imagens do satélite Cbers 4 e Sentinel - 2B,
- Manchas de expansão urbana monitoradas a partir da série histórica de imagens LandSat 08,
- Manchas de desmatamento com identificação de solos expostos, a partir das imagens Cbers 4.

4.3.2 Fontes secundárias

A consulta e recolha de informação ligada a fontes secundárias decorreu essencialmente utilizando as bases digitais ou recolhendo diretamente nas instituições do município de Tabatinga e do Estado do Amazonas.

A Figura 93 apresenta a síntese das principais fontes de informação secundária e discrimina as tipologias de dados recolhidos em cada instituição e órgão público. Os dados estatísticos socioeconómicos e ambientais foram recolhidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Instituto de Pesquisa Económica Aplicada (IPEA), na Secretaria Municipal de Educação e na Secretaria Municipal de Infraestrutura. Na construção do modelo cartográfico para a avaliação das vulnerabilidades, foram utilizados os microdados provenientes dos últimos censos realizados no Brasil (1991, 2000 e 2010), correlacionando-os à escala municipal e setorial em Tabatinga.

Figura 93 – Fontes secundárias utilizadas na investigação



Fonte: Elaboração própria.

A informação cartográfica pré-existente foi recolhida principalmente de órgãos públicos federais, designadamente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), assim como de outras instituições governamentais, como se observa a partir do Quadro 22.

Quadro 22 – Caracterização das bases cartográficas pré-existentes e fontes institucionais

Base Cartográfica Vetorial / Matricial	Caraterísticas
Divisão política municipal do Estado do Amazonas	Extraída do IBGE (2017).
Divisão censitária do município de Tabatinga	Extraída da base cartográfica do censo demográfico de 2010 realizado pelo IBGE.
Divisão dos bairros do espaço urbano de Tabatinga	Planta do Plano Diretor Municipal à escala de 1:3.000.
Geologia e geodiversidade	Extraída das folhas da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo que cobrem o Estado do Amazonas, disponibilizadas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM).
Geomorfologia	Extraída do mapeamento sistemático representado pelas folhas SA 19 – Içá e SB 19 – Juruá, à escala de 1:1.000.000, do Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1997).
Pedologia	Extraída do mapeamento sistemático representado pelas folhas SA 19 – Içá e SB 19 – Juruá, à escala de 1:1.000.000, do Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1997).
Fitologia	Extraída do mapeamento sistemático representado pelas folhas SA 19 – Içá e SB 19 – Juruá, à escala de 1:1.000.000, do Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1997).
Desmatamento	Extraída da base vetorial do Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES Digital/INPE, 2018).
Terras indígenas	Extraída de informações da Fundação Nacional do Índio (FUNAI).
Infraestruturas básicas urbanas (Rede de esgoto, rede elétrica, abastecimento de água, recolha de resíduos sólidos)	Extraída de informações da Secretaria de Estado da Infraestrutura (SEINF) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
Rede viária	Extraída de informações da Secretaria de Estado de Infraestrutura (SEINF).

Fonte: Elaboração própria.

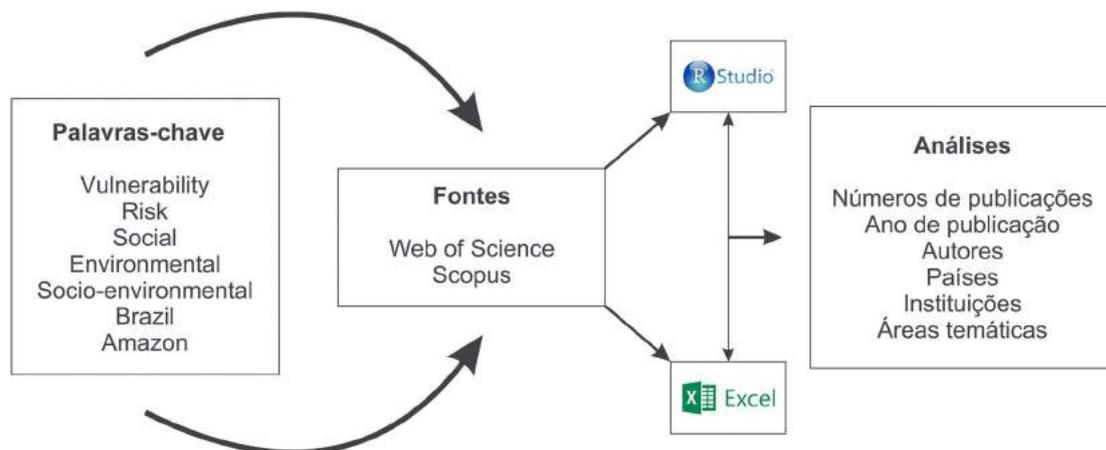
Para complementar a recolha de informação estatística recorreremos à pesquisa bibliográfica, de forma a fortalecer o corpo teórico mais atual em torno da realidade sobre os estudos de vulnerabilidade e riscos. Na componente teórica desta tese, optou-se pela realização de uma análise qualitativa e quantitativa, utilizando os métodos bibliométricos de produção científica, entre 1983, data em que os estudos começaram a ser referenciados com mais proeminência, e 2019.

De facto, ficou evidenciado no *item* 1.4, do capítulo 1, que foi a partir de 1983 que estes estudos passaram a ser mais analisados pela comunidade académica. A análise estatística apresentada na primeira parte desta tese (componente teórica), foi realizada através da recolha de dados nas plataformas

Web of Science e Scopus utilizando o Excel e o *software* de análise estatística RStudio. Essa análise baseou-se nos princípios da Ciência Orientada de Dados, proposta por William S. Cleveland em 2001 e que colaborou para a sistematização de métodos investigativos baseados em princípios estatísticos, teóricos e pragmáticos (Fienberg, Martin e Straf, 1985; Cleveland, 2001; Morettin e Bussab, 2010).

As bases de dados de artigos científicos são plataformas robustas e com uma elevada quantidade de dados. A investigação foi elaborada dividindo os dados em dois blocos. Do primeiro bloco foram extraídos elementos relacionados com os artigos que apresentavam as seguintes palavras-chave: *vulnerability*, *risk*, *environmental vulnerability*, *social vulnerability*, *socio-environmental vulnerability*, *environmental risk*, *social risk*, *socio-environmental risk*, *Brazil* e *Amazon*. O segundo bloco de dados foi analisado com as mesmas palavras-chave, mas utilizando quatro filtros (ciência social, ciência ambiental, ciência da Terra e ciência agrária) escolhidos pelos seus níveis de interdisciplinaridade e correlação com a Geografia. A síntese das etapas desenvolvidas para a análise bibliométrica aparece na Figura 94. O nível de confiança estatística para os cálculos e métricas ficaram em torno de 95%.

Figura 94 – Esquema síntese da análise bibliométrica



Fonte: Elaboração própria.

4.4 Indicadores para a compreensão das vulnerabilidades socioambientais

A escolha dos indicadores para a avaliação das vulnerabilidades socioambientais considerou os elementos definidores das fragilidades nas dinâmicas sociais e ambientais procurando uma interconexão entre as dinâmicas ambientais baseadas nas forças naturais e as dinâmicas socioeconômicas baseadas nas forças institucionais, políticas e econômicas.

O modelo proposto nesta tese deu ênfase à realidade socioeconómica associada às condições do potencial ecológico e ambiental, nos geofácies que compõem o território da Amazônia, assim como às unidades territoriais (setores censitários).

Para além das Dimensões Ambiental e Socioeconómica, também foram considerados os indicadores que apontam para as vulnerabilidades infraestruturais, políticas e individuais, considerando que a correlação dessas dimensões com aquelas possibilita uma análise mais completa do espaço. Para tanto, as análises concentraram-se em quatro dimensões (Ambiental, Socioeconómica, Infraestrutural e Individual), compostas por variáveis e indicadores, que foram agregados de acordo com a sua natureza.

A maioria dos estudos que avaliam as vulnerabilidades socioambientais consideram indicadores que apontam para fragilidades socioeconómicas da população, associadas a indicadores que caracterizam as condições ambientais e as suas fragilidades ecodinâmicas (Cutter, Boruff e Shirley, 2003; Alves, 2006; Cartier *et al.*, 2009; Fekete, 2009; Sousa, Neves e Silva, 2009; Almeida e Carvalho, 2010; Koks *et al.*, 2015; Fatemi *et al.*, 2017; Mendes *et al.*, 2019). Estes estudos destacam a importância de considerar a interseção entre as dinâmicas sociais e ambientais, uma vez que as limitações socioeconómicas tendem a potenciar os efeitos negativos de fenómenos extremos naturais.

No que concerne à Dimensão Ambiental, foram reunidos indicadores para caracterizar os componentes da paisagem, os seus agentes modeladores e as suas dinâmicas naturais, sobretudo as vinculadas aos espaços hídricos. Considerou-se o potencial ecológico, a sustentabilidade dos ambientes e as formas de ocupação e uso do espaço. Para além dos aspetos fisiográficos, foram tidas em consideração as áreas de ocorrência de impactes ambientais e registos de fenómenos naturais extremos críticos (Quadro 23).

Quadro 23 – Indicadores para o Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA)

Indicadores	Justificação
Tipologias ambientais (Geofácies)	A vulnerabilidade dos ambientes está relacionada com o grau de suscetibilidade de um sistema aos efeitos negativos das atividades socioeconómicas. Os níveis ecodinâmicos e de sustentabilidade ambiental determinam os níveis de vulnerabilidade ambiental (Tricart, 1977; Ross, 1994; Tagliani, 2003; Nascimento e Sampaio, 2005; Metzger <i>et al.</i> , 2006; Dias e Perez Filho, 2017).
Rede de drenagem	A influência dos recursos hídricos sobre as áreas marginais conduz ao aumento dos níveis de instabilidade morfológica e elevam-se proporcionalmente à dimensão, profundidade e caudal do corpo hídrico (Patil, Sharma e Tignath, 2015; Ribeiro <i>et al.</i> , 2016; Rimba <i>et al.</i> , 2017; Carvalho e Rocha, 2020).

Morfologia fluvial e exposição à erosão fluvial	As formas e dimensões da rede de drenagem determinam os níveis das ações modeladoras sobre as margens e sobre a planície fluvial, causando erosão e desmoronamento de vertentes (Carvalho, Souza e Santos, 2003; Carneiro <i>et al.</i> , 2009; Tominaga, Santoro e Amaral, 2009; Ribeiro <i>et al.</i> , 2016).
Ambientes com ocorrência de inundações e deslizamentos	As características geomorfológicas e os níveis topográficos determinam as áreas com maior vulnerabilidade à ocorrência de deslizamentos e inundações (Pontelli, Marga Eliz; Paisani, 1995; Tiedemann, 1999; Nelson, 2006; Tominaga, Santoro e Amaral, 2009; Almeida, 2010; Teles, 2010; Perdikaris, Gharabaghi e Mcbean, 2011).
Tipologia de uso e ocupação do solo	<p>As más práticas de uso do solo e o desenvolvimento de atividade extrativa madeireira sem planejamento e utilização adequadas, elevam as fragilidades do ambiente deixando-o suscetível aos agentes climáticos, colaborando para a ocorrência de erosão e degradação do solo, podendo evoluir para voçorocas e deflação do solo, afetando a biodiversidade (Cannon, 1994; Carvalho, Souza e Santos, 2003; Li <i>et al.</i>, 2006; Broadbent <i>et al.</i>, 2008; Sangermano, Toledano e Eastman, 2012; Wachiye, 2013).</p> <p>O desenvolvimento de atividade de extração de argila contribui para alterações nas formas de relevo, degradação ambiental, ocorrência de processos erosivos e exposição do lençol freático a agentes contaminantes (Wu, Zong e Peng, 2012; Fernandes Silva e Moreira dos Santos, 2016; Guimarães e Milanez, 2017; Queiroz, Araújo e Maia, 2019)</p>
Áreas com ocorrência de queima de matéria orgânica	As práticas de queima do solo para o cultivo agrícola colaboram para o aumento das taxas de dióxido de carbono na atmosfera afetando a qualidade do ar e aumentando os níveis de extinção da microfauna. Nos espaços rurais, onde as florestas são densas, os riscos de incêndios florestais são elevados e contribuem para a diminuição da biodiversidade nos espaços afetados. Nas áreas urbanas, a queima de matéria orgânica está associada às atividades fabris de produção de alimentos ou às atividades industriais. Em razão da densidade populacional das áreas urbanas, esses ambientes são os mais afetados, contribuindo para o aumento das doenças respiratórias (Gerwing, 2002; Smith <i>et al.</i> , 2014; Marlier <i>et al.</i> , 2015; Aragão <i>et al.</i> , 2018; Metcalfe <i>et al.</i> , 2018; Nogueira <i>et al.</i> , 2019).
Áreas com acumulação de resíduos sólidos urbanos	Os elevados níveis de poluição pela presença de resíduos sólidos urbanos sem acondicionamento adequado, possibilitam a degradação profunda do solo e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Constitui um agente de proliferação de doenças na população do seu entorno (Mucelin e Bellini, 2008; Sales <i>et al.</i> , 2014; Oliveira, 2016; Plaza e Lambertucci, 2017; Qasim <i>et al.</i> , 2020).
Qualidade do lençol freático	A qualidade dos recursos hídricos subterrâneos depende da ausência de elementos contaminantes de origem biológica ou química. A deposição incorreta dos resíduos sólidos e dos efluentes colabora para a vulnerabilidades do lençol freático, afetando a sua qualidade ambiental (Calvert, 1932; Hagedorn, Mc Coy e Rahe, 1981; Gomes,

	Spadotto e Pessoa, 2002; Mendonça e Medeiros Leitão, 2009; Khan <i>et al.</i> , 2018; Haak e Pagilla, 2020).
--	--

Fonte: Elaboração própria, com base em diversos autores.

A Dimensão Socioeconómica concentrou indicadores que podem evidenciar limitações socioeconómicas, baixos níveis de instrução, situações informais de empregabilidade ou desemprego, baixos rendimentos e precárias condições de habitação da população (Quadro 24). Procurou-se desagregar os dados socioeconómicos ao nível dos setores censitários, considerando a população residente e as habitações mapeadas, permitindo uma compreensão dos níveis de desigualdade socioeconómica entre os setores censitários do município e a identificação dos territórios com população em vulnerabilidade financeira e social.

Quadro 24 – Indicadores para o Índice de Vulnerabilidade Socioeconómica (IVSE)

Indicadores	Justificação
Composição etária e familiar	
Indivíduos de 0 a 14 anos e 65 anos e mais	População não ativa economicamente e dependente. Indivíduos com mais idade têm dificuldades na mobilidade nas áreas afetadas por eventos perigosos. Os pais perdem tempo e dinheiro quando os filhos não podem ser assistidos por professores ou serem colocados em infantários (Cutter, 2003; Cutter, Boruff e Shirley, 2003; Alves, 2006; Schneiderbauer, 2007; Kirby, 2015; Alvala e Barbieri, 2017; Loichinger <i>et al.</i> , 2017; Rohat, 2018).
Famílias com número elevado de dependentes	Famílias com um número elevado de dependentes apresentam, frequentemente, uma situação financeira limitada para dar assistência adequada aos filhos (Cutter, Boruff e Shirley, 2003; Haki, Akyürek e Düzgün, 2004).
Domicílios com responsável com 65 anos ou mais	A natural vulnerabilidade dos idosos por dificuldades de mobilidade e cuidados especiais eleva-se à medida que estes indivíduos possuem dependentes (Rodríguez Vignoli, 2000; Kaztman, 2001; Rodríguez, 2001; Cutter, 2003).
Domicílios com mulheres jovens, chefe de família e com baixo nível de instrução	A maternidade precoce eleva a probabilidade de abandono escolar comprometendo a qualificação profissional de jovens mães, impondo-lhes piores condições de trabalho e de rendimento. As mulheres têm maiores dificuldades durante a recuperação de danos em razão de ganharem em média 68% menos do que os homens além do acumular de outras funções (trabalho e família) (Cutter, 1996; Eloundou-Enyegue, 2004; Lloyd e Mensch, 2008; IBGE, 2010b; PNUD, 2013; Zanella <i>et al.</i> , 2013; Paterson, 2014; Zartler, 2014; Cools, Markussen e Strøm, 2017).
Educação, trabalho e rendimento	

Níveis de instrução	A educação está vinculada ao nível socioeconómico. Quanto mais elevado é o nível de instrução, maior será o rendimento e a expectativa de maior qualidade de vida. Baixos níveis de instrução remetem para dificuldades salariais e nas percepções de informação na prevenção dos riscos (Katzman, 2001; Haki, Akyürek e Düzgün, 2004; Velasquez e Tanhueco, 2005; Schneiderbauer, 2007; Sousa, Neves e Silva, 2009; Freitas, Cunha e Ramos, 2013; Cunha, 2016).
Rendimento	A riqueza permite que a população absorva e recupere rapidamente as perdas, embora possa significar mais bens materiais em risco, sendo determinante para recuperar as capacidades básicas de sobrevivência (Cutter, 1996; Cutter, Mitchell e Scott, 2000; White, Kates e Burton, 2001; Wisner <i>et al.</i> , 2004; Mendes e Tavares, 2011; Freitas, Cunha e Ramos, 2013; Cunha, 2016; Silva e Kawasaki, 2018).
Condição da habitação	
Localização da residência	Os residentes em áreas rurais apresentam uma maior dependência dos recursos naturais e de atividades de extração ou agrícolas além de possuírem menores rendimentos. Por seu turno, os residentes em áreas urbanas densas possuem maiores dificuldades para evacuação em momentos de crise (Mitchell, 1998; Cutter, Mitchell e Scott, 2000).
Número de domicílios nos setores censitários	Os níveis de densidade habitacional revelam as condições de ocupação, caracterizando as formas de habitação (favelas, ocupações irregulares, conjuntos populares ou bairros). As vulnerabilidades socioeconómicas podem ser observadas a partir dos aglomerados residenciais e do conjunto de domicílios (Goerl, Kobiyama e Pellerin, 2012; Maior, 2014; Zucherato, 2017; Furlan e Murara, 2018).
Tipologia residencial	As vulnerabilidades infraestruturais das habitações além de refletirem as características económicas das famílias, colocam-nas em situação de risco nos casos de domicílios construídos com materiais frágeis e estruturas não permanentes (Katzman, 2001; Sousa, Neves e Silva, 2009).
Habitações sem casa de banho e sem vaso sanitário (sanita)	Habitações sem casa de banho refletem as condições económicas e insalubres vividas por famílias vulneráveis e colaboram para o aumento do risco de doenças do foro hídrico (Katzman, 2001; Sousa, Neves e Silva, 2009).

Fonte: Elaboração própria, com base em diversos autores.

A Dimensão Infraestrutural e Institucional é caracterizada a partir de indicadores que evidenciam a baixa eficiência das instituições públicas, na inclusão dos grupos vulneráveis nos serviços básicos e no acesso às infraestruturas públicas. Esta dimensão revela a capacidade de gestão pública dos espaços e as competências das instituições na gestão do risco (Quadro 25).

Ao Estado exige-se uma maior responsabilidade sobre os grupos vulneráveis, dando a esses grupos acessibilidade aos serviços, minimizando vulnerabilidades e disponibilizando melhores condições de vida

às populações carentes. Nesse sentido, a dimensão infraestrutural e institucional propôs mensurar a precariedade no acesso às garantias de direitos básicos, caracterizando a ocorrência de fragilidades ou negação do acesso aos serviços e recursos públicos que propiciam qualidade de vida às populações.

Quadro 25 – Indicadores para o Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional (IVII)

Indicadores	Justificação
Densidade de infraestruturas	Carateriza o grau de desenvolvimento do ambiente construído, medido pela densidade de estabelecimentos comerciais, indústria e unidades de habitação. O valor, a qualidade e a densidade das infraestruturas comerciais, industriais e públicas demonstram o nível de desenvolvimento económico da comunidade, mas também o potencial de perdas ou gastos para a recuperação (Finch, Emrich e Cutter, 2010; Cutter, 2011; Cutter, Ash e Emrich, 2014; Cunha, 2016; Zucherato, 2018; Mendes <i>et al.</i> , 2019).
Habitações sem abastecimento de água da rede pública	Carência de infraestruturas de acesso a água tratada e potável pode conduzir a fragilidades e exposição a perigos de saúde e ao mesmo tempo confere uma maior vulnerabilidade às crianças e idosos (Katzman, 2001; Alves, 2006; Cunha <i>et al.</i> , 2009; Almeida, 2010; Vilar, 2013; Zucherato, 2018).
Habitações sem saneamento básico	A ausência de saneamento básico propicia a proliferação de doenças de veiculação hídrica piorando em razão das chuvas e cheias dos rios na Amazônia, tornando as famílias mais vulneráveis, após os eventos de inundações que atingem as áreas de planícies fluviais. As precárias ou inexistentes estruturas de saneamento apontam para o contributo do poder público no aumento das vulnerabilidades infraestruturais (Alves, 2006; Almeida, 2010; Vilar, 2013; Mendes <i>et al.</i> , 2019).
Habitações sem acesso à rede de energia elétrica	A energia elétrica é um elemento essencial para o desenvolvimento de atividades económicas e cumpre uma função importante na inclusão social de acesso à informação e a <i>itens</i> básicos para a melhoria da condição de habitação. A condição de pobreza energética correlaciona-se com as condições de vulnerabilidade socioeconómica (Almeida, 2010; Rezende, 2010; Nadaud, 2012; Zucherato, 2018; Mendes <i>et al.</i> , 2019).
Habitações sem acesso ao serviço de recolha de resíduos sólidos	Além de apontar para as condições de vulnerabilidade ambiental das famílias, esse indicador evidencia a pouca atenção dos gestores públicos relativamente às condições de má gestão de recolha e disposição dos resíduos sólidos urbanos. Áreas com a presença constante de RSU são propícias à poluição hídrica e do solo, favorecendo a ocorrência de doenças e vulnerabilizando as famílias residentes nesses espaços (Alves, 2006; Cartier <i>et al.</i> , 2009; Almeida, 2010; Orsi, 2013; Mohammed e Elias, 2017; Tsheleza <i>et al.</i> , 2019).
Habitações sem acesso às telecomunicações	Informação, conhecimento e tecnologias são condições para melhores níveis de qualidade de vida. Contudo, as famílias com limitações de recursos económicos apresentam maiores barreiras para o uso de serviços de telecomunicações. Famílias em vulnerabilidade social normalmente apresentam maiores dificuldades no acesso e uso de

	telemóveis, internet, computadores e TV (Wareham, Levy e Shi, 2004; Mendes <i>et al.</i> , 2011; Freitas e Cunha, 2013; Ribeiro <i>et al.</i> , 2013; Guillard-Gonçalves <i>et al.</i> , 2015; Zucherato, 2018).
Mobilidade	As condições de transporte e eficiência na deslocação rodoviária ou hidroviária determinam-se pelas condições de conservação das ruas e navegabilidade nas hidrovias. Para além da qualidade da malha viária urbana, os indivíduos em vulnerabilidade económica estão sujeitos a um menor acesso aos lugares, sobretudo quando residem em áreas distantes do centro ou em áreas rurais que exigem maiores percursos e proporcionalmente maiores gastos com a deslocação para acederem a serviços médicos, de lazer ou emprego (Kenyon, Lyons e Rafferty, 2002; Shaw, 2007; Cebollada, 2009; Ribeiro e Remoaldo, 2009; Ribeiro, 2014).
Associações cívicas, cooperativas e organizações comunitárias	Os níveis de organização social é um indicador que destaca a capacidade da população na cooperação, consciencialização e luta por direitos básicos, possibilitando a inclusão social de minorias e de grupos vulneráveis (Tierney, Lindell e Perry, 2001; Schmidt e Guerra, 2013; Freitas e Netto, 2017; Oliveira, Lopes e Sousa, 2018).
Estruturas para gestão de risco	A existência de um corpo técnico e especializado para o atendimento de ocorrências e eventos críticos auxilia na diminuição das perdas materiais e humanas e diminui a probabilidade de prejuízos. Corpos de bombeiros, defesa civil e instrumentos públicos de controlo de riscos auxiliam na redução de danos socioambientais (Almeida, 2010; Valencio e Valencio, 2011; Mendes <i>et al.</i> , 2019).

Fonte: Elaboração própria, com base em diversos autores.

A Dimensão Individual reuniu indicadores que abordam características, posturas e ações dos sujeitos ou de grupos vulneráveis, face ao ambiente (Quadro 26). A cor, a etnia e a cultura, são algumas das características que podem direcionar sujeitos para níveis de baixa ou elevada vulnerabilidade. Algumas características sociais determinam melhores ou piores oportunidades para a inserção de indivíduos em melhores condições de vida.

Aliadas à condição individual, as perceções socioambientais diante do risco, determinam as ações individuais ou em grupo, de posturas a serem seguidas perante contextos socioambientais críticos. Modos de vida e transgressão de regras, favorecem a instalação de contextos de vulnerabilidade individual que colaboram para a elevação dos níveis de carências e fragilidades socioambientais, nos espaços ocupados por esses grupos.

Para a composição da Dimensão Individual foram usados dados do Censo Demográfico de 2010, realizado pelo IBGE associados à informação dos indivíduos referente à cor, raça, sexo, idade e alfabetização.

Quadro 26 – Indicadores para o Índice de Vulnerabilidade Individual (IVI)

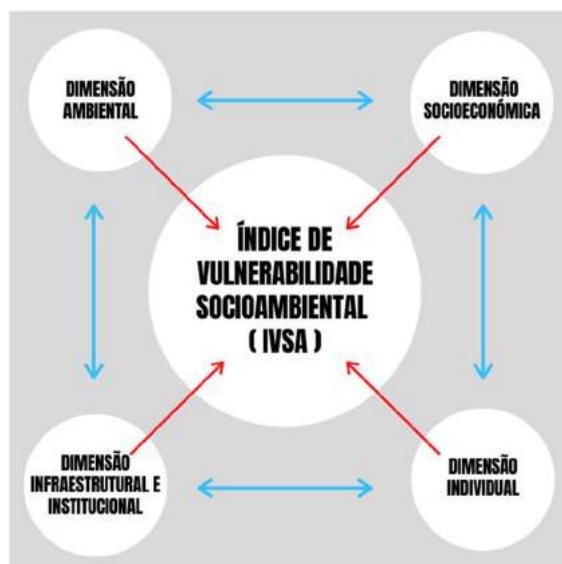
Indicadores	Justificação
Percepção do risco	Os níveis de percepção dos riscos colaboram positivamente ou negativamente para o aumento das vulnerabilidades e situações de ameaças em que estão expostos os indivíduos. Os baixos níveis de acesso à informação e instrução, assim como atitudes inconsequentes face ao risco podem potenciar os danos materiais e até pôr em risco a vida (Teles, 2001, 2010, 2017; Puy e Cortés, 2002; Oliveira e Braga, 2014; Slovic, 2016; Soares <i>et al.</i> , 2017).
Capacidade de mitigação, adaptação e resiliência	Os níveis de adaptação e resiliência estão relacionados com o tecido social do lugar e as experiências já vividas pela comunidade na ocorrência de fenómenos críticos, possibilitando aos indivíduos, melhores capacidades para lidar com os riscos. A capacidade de resiliência também é afetada pelo baixo poder económico de alguns grupos populacionais que estão sujeitos a limitações em situações de reconstrução e recuperação (Santos, 2009; Almeida, 2010; Mendes <i>et al.</i> , 2011; Mendonça, 2011).
Indivíduos indígenas, negros ou imigrantes	A ocorrência de grupos não identitários dos padrões maioritários colabora para processos de exclusão social, criando segregação, que conduz indiretamente ao aumento da vulnerabilidade socioambiental (Coimbra Jr. e Santos, 2000; Pinho <i>et al.</i> , 2002; Santos, 2015; Paula, Silva e Bittar, 2017; PNUD e IPEA, 2017).
Indivíduos sem fluência da língua oficial	A imposição de uma língua e barreiras culturais afetam negativamente o acesso e apoio em situações de crise por parte do poder público e de agentes de defesa civil (Pulido, 2000; Bolin e Stanford, 2006; Almeida, 2010; Peacock, Gladwin e Morrow, 2012; Bolin e Kurtz, 1997).

Fonte: Elaboração própria, com base em diversos autores.

4.5 Construção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental e mapeamento das áreas vulneráveis e de risco em Tabatinga

Para a compreensão das múltiplas vulnerabilidades e riscos no município de Tabatinga, foi necessária a integração de várias camadas de informação resultantes de cada uma das quatro dimensões propostas (Figura 95). A análise das vulnerabilidades teve como objetivo a avaliação das condições ambientais existentes no município e a capacidade do poder público e da população em lidar com os eventos críticos e seus respetivos impactes, considerando as condições socioeconómicas e infraestruturais.

Figura 95 – Integração entre as dimensões e composição do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA)



Fonte: Elaboração própria.

Para cada indicador foi construída uma escala de níveis de vulnerabilidades: Vulnerabilidade Muito Baixa com valor 1; Vulnerabilidade Baixa com valor 2; Vulnerabilidade Média com valor 3; Vulnerabilidade Elevada com valor 4 e Vulnerabilidade Muito Elevada com valor 5.

O elevado número de informação de índole socioeconómica, disponibilizada pelo IBGE, apontou para a necessidade de um tratamento prévio dos dados, seleção da informação pertinente para a pesquisa e posterior organização em tabelas no Excel, de modo a tornar funcional a execução da modelagem e posterior inserção dos dados numéricos, na base de dados vinculados aos polígonos dos setores censitários.

A informação de cariz ambiental foi construída a partir dos mapeamentos realizados tendo por base imagens de satélite que foram apresentadas no capítulo 3 e 5 desta tese. Para a construção da matriz referente à dimensão ambiental (Quadro 27), foram considerados 9 indicadores, segmentando-se os níveis de vulnerabilidades em 5 classes, numa escala de 1 a 5, onde 1 significava vulnerabilidade muito baixa e 5 vulnerabilidade muito elevada.

Levou-se em consideração para a classificação numérica (1 a 5) de cada indicador, as características físicas e naturais do espaço, a ocorrência ou não de atividades socioeconómicas que trazem impactes negativos e a relação de vizinhança ou proximidade dos setores censitários com áreas com registos de

ocorrências negativas quanto à qualidade ambiental. O Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) foi derivado pelo cálculo da média aritmética do conjunto dos nove indicadores.

Quadro 27 – Matriz de indicadores e variáveis consideradas na composição do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA)

Indicadores	Classes das Variáveis	Níveis de Vulnerabilidade
Tipologias ambientais (Geofácies)	Colinas	1
	Tabuleiros	2
	Campinaranas	3
	Planícies lacustres	4
	Planícies fluviais	5
Rede de drenagem	Não ocorrência	1
	Ocorrência de recursos hídricos fluviais em áreas circunvizinhas	3
	Ocorrência	5
Morfologia fluvial e exposição à erosão fluvial	Não ocorrência	1
	Ocorrência de erosão fluvial em áreas circunvizinhas	3
	Ocorrência	5
Ambientes com ocorrência de inundações e deslizamentos	Não ocorrência	1
	Ocorrência de inundações e/ou deslizamentos em áreas circunvizinhas	3
	Ocorrência	5
Tipologia de uso e ocupação do solo	Áreas florestadas	1
	Área de Proteção Ambiental	2
	Áreas urbanas (residenciais) Aeroporto	3
	Áreas de extração mineral Áreas em processo de desmatamento Agropecuária Porto	4
	Áreas desmatadas	5
Proximidade de áreas com ocorrência de queima de matéria orgânica	Não ocorrência de queimadas	1
	Ocorrência de queimadas em áreas circunvizinhas	3
	Ocorrência de queimadas	5
Proximidade de áreas de acumulação de resíduos sólidos urbanos	Não ocorrência	1
	Ocorrência de acumulação de resíduos	3

	sólidos em áreas circunvizinhas	
	Ocorrência	5
Qualidade do lençol freático	Não ocorrência de coliformes	1
	Ocorrência de coliformes em áreas circunvizinhas	3
	Ocorrência de coliformes	5

Fonte: Elaboração própria, com classificação baseada na extensão *Spatial Analyst*, do ArcMap 10.2.2.

Foi concretizada a sobreposição dos indicadores e as suas respectivas variáveis, usando o *Spatial Analyst*, do ArcMap, dando origem a uma matriz com valores entre 1 e 5. Posteriormente, para a construção do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) realizou-se o cálculo da média aritmética para o conjunto dos nove indicadores.

Em relação à matriz de variáveis para a composição da dimensão socioeconómica (Quadro 28), foram considerados 10 indicadores, sendo construídos para cada indicador, 5 classes com os seus respetivos níveis de vulnerabilidade. À exceção do indicador “localização residencial”, os restantes indicadores foram classificados em 5 classes.

Para a definição dos intervalos numéricos das classes e das respetivas vulnerabilidades, optou-se pelo método de classificação de quebras naturais de Jenks (2011), que consiste no agrupamento de dados projetado para determinar o melhor arranjo de valores entre as classes, buscando minimizar o desvio médio de cada classe em relação à média da classe, enquanto maximiza o desvio de cada classe em relação às médias dos outros grupos. O método de Jenks procura reduzir a variância dentro das classes e maximizar a variância entre as classes (Jenks, 2011).

No caso da definição das classes para a dimensão socioeconómica recorreu-se à técnica de classificação automática *Natural Breaks*. Após a definição dos intervalos determinaram-se os níveis de vulnerabilidade numa escala de 1 a 5 construindo uma matriz de valores para a totalidade dos setores censitários. O Índice de Vulnerabilidade Socioeconómica (IVSE) foi determinado a partir da média aritmética dos valores referentes aos níveis de vulnerabilidade de cada setor.

Quadro 28 – Matriz de indicadores e variáveis consideradas na composição do Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica (IVSE)

Indicadores	Classes das Variáveis	Níveis de Vulnerabilidade
Composição etária e familiar		
Número de pessoas residentes nos setores censitários com idade entre 0 e 14 anos e acima de 60 anos	0 – 31	1
	32 – 94	2
	95 – 190	3
	191 – 315	4
	316 – 495	5
Número de domicílios com 10 ou mais moradores	0 – 3	1
	4 – 10	2
	11 – 19	3
	20 – 37	4
	38 – 63	5
Número de domicílios com responsável com 65 anos ou mais	0 – 5	1
	6 – 14	2
	15 – 22	3
	23 – 32	4
	33 – 49	5
Número de domicílios com mulheres, com 10 a 19 anos e sem ensino fundamental	0	1
	1	2
	2 – 3	3
	4 – 5	4
	6 – 11	5
Educação, trabalho e rendimento		
Número de pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade nos setores censitários	992 – 1.437	1
	726 – 991	2
	293 – 725	3
	106 – 292	4
	0 – 105	5
Número de domicílios com renda nominal mensal <i>per capita</i> até 70,00 reais	0 – 8	1
	9 – 17	2
	18 – 32	3
	33 – 52	4
	53 – 189	5
Condição da habitação		
Tipologia do setor censitário	Urbano	1
	Aglomerado rural isolado (povoado)	3
	Aglomerado rural isolado	5
Número de domicílios por setores censitários	0 – 37	1
	38 – 108	2
	109 – 186	3
	187 – 246	4
	247 – 380	5
Número de domicílios improvisados ocupados por setores censitários	0	1
	1	2

	2	3
	3 – 4	4
	5 – 7	5
Número de domicílios sem casa de banho e sem vaso sanitário (sanita) por setores censitários	0 – 3	1
	4 – 12	2
	13 – 23	3
	24 – 35	4
	36 – 59	5

Fonte: Elaboração própria, com base na técnica de classificação automática *Natural Breaks*, do ArcMap 10.2.2.

A construção da matriz de valores para a dimensão Infraestrutural e Institucional baseou-se em 6 indicadores que foram segmentados em 5 classes, construídas a partir da técnica de classificação automática *Natural Breaks* e 3 indicadores cujas classes foram definidas a partir das técnicas de análise espacial com uso da extensão *Spatial Analyst*, do ArcMap (Quadro 29).

Tal como na dimensão ambiental, considerou-se a ocorrência de elementos indutivos para o aumento das vulnerabilidades, no caso das condições e características da rede rodoviária e hidroviária que indicaria limitações para a mobilidade aos espaços do município e ao centro urbano. Para além da análise de ocorrência, considerou-se também as relações de vizinhança e proximidade dos setores sem infraestruturas viárias com aqueles que possuíam ruas ou estradas ou ainda aqueles localizados nas margens dos principais cursos de água (para os deslocamentos por hidrovias).

Considerou-se também, na classificação baseada em análise espacial, a ocorrência de associações cooperativas ou organizações civis, nos setores censitários de Tabatinga e a existência de infraestruturas e/ou instituições públicas ligadas à proteção civil e à gestão de risco. Após a consolidação dos níveis de vulnerabilidade numa escala de 1 a 5, determinada para os 9 indicadores e respetivos setores censitários, obteve-se a partir da média aritmética, o Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional (IVII).

Quadro 29 – Matriz de indicadores e variáveis consideradas na composição do Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional (IVII)

Indicadores	Classes das Variáveis	Níveis de Vulnerabilidade
Número de estabelecimentos comerciais, indústria e unidades de habitação por setores censitários	1 – 37	1
	38 – 108	2
	109 – 253	3
	254 – 355	4
	356 – 514	5
Número de domicílios sem abastecimento de água da rede pública por setores censitários	0 – 20	1
	21 – 49	2
	50 – 94	3

	95 – 163	4
	164 – 237	5
Número de domicílios sem saneamento básico por setores censitários	0 – 11	1
	12 – 37	2
	38 – 90	3
	91 – 181	4
	182 – 296	5
Número de domicílios sem acesso à rede de energia elétrica por setores censitários	0 – 3	1
	4 – 10	2
	11 – 22	3
	23 – 45	4
	46 – 83	5
Número de domicílios sem acesso ao serviço de recolha de resíduos sólidos por setores censitários	0 – 9	1
	10 – 30	2
	31 – 62	3
	63 – 113	4
	114 – 329	5
Número de domicílios sem acesso a TV, rádio, computador e telemóvel por setores censitários	0 – 3	1
	4 – 10	2
	11 – 22	3
	23 – 45	4
	46 – 83	5
Estrutura e ocorrência de rede viária e hidroviária nos setores censitários	Ocorrência de ruas	1
	Ocorrência de estradas	2
	Ocorrência de caminhos	3
	Proximidade da rede fluvial	4
	Não ocorrência de rede viária e distanciamento da rede fluvial	5
Existência de associações, cooperativas ou organizações civis nos setores censitários	Ocorrência de mais de 1 representação	1
	Ocorrência de pelo menos 1 representação	3
	Inexistência de representações	5
Existência de estruturas e instituições de gestão de risco e proteção civil (corpo de bombeiros, polícia e defesa civil) nos setores censitários	Ocorrência de estruturas	1
	Ocorrência de estruturas na circunvizinhança	3
	Inexistência de estruturas	5

Fonte: Elaboração própria, com base na técnica de classificação automática Natural Breaks e na classificação baseada na extensão *Spatial Analyst*, do ArcMap 10.2.2.

Assim como foi realizado na dimensão socioeconómica, a matriz de valores da dimensão individual, composta por 4 indicadores, baseou-se na técnica de classificação de Jenks, com a segmentação de cada indicador em 5 classes e nas respetivas condições de vulnerabilidade seguindo também uma escala de valores entre 1 e 5 (Quadro 30).

A composição do Índice de Vulnerabilidade Individual (IVI) para cada setor censitário, adveio da média aritmética calculada entre os valores obtidos pelas classes de variáveis, dos 4 indicadores dessa dimensão.

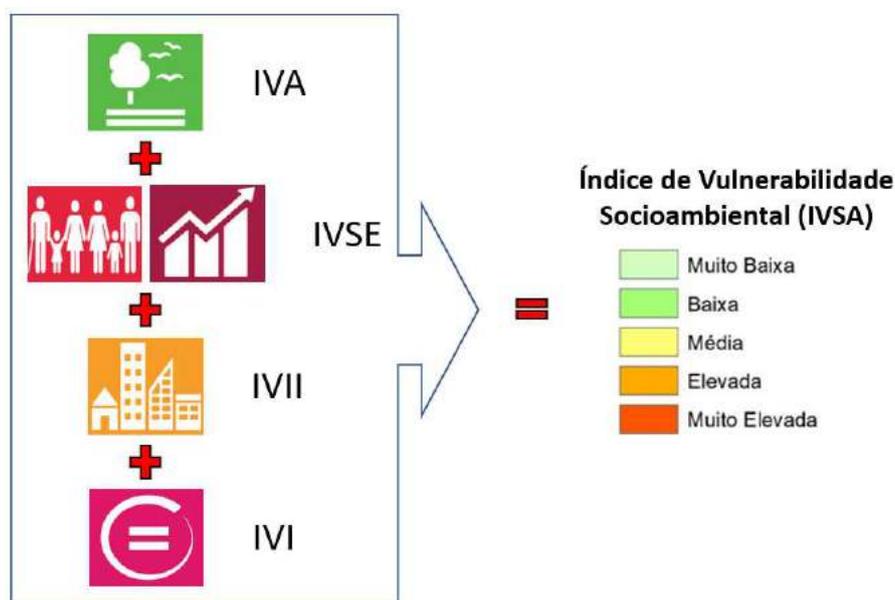
Quadro 30 – Matriz de indicadores e variáveis consideradas na composição do Índice de Vulnerabilidade Individual (IVI)

Indicadores	Classes das Variáveis	Níveis de Vulnerabilidade
Número de indivíduos não alfabetizados, com baixo nível de instrução e acesso à informação segundo os setores censitários	0 – 39	1
	40 – 111	2
	112 – 215	3
	216 – 490	4
	491 – 848	5
Número de indivíduos com baixo rendimento mensal (de até 70 reais) segundo os setores censitários	0 – 39	1
	40 – 85	2
	86 – 165	3
	166 – 301	4
	302 – 1.373	5
Número de indivíduos índios ou negros por setores censitários	0 – 40	1
	41 – 115	2
	116 – 251	3
	252 – 481	4
	482 – 2.274	5
Número de indígenas não alfabetizados segundo os setores censitários	0 – 24	1
	25 – 62	2
	63 – 116	3
	117 – 338	4
	339 – 707	5

Fonte: Elaboração própria, com base na técnica de classificação automática *Natural Breaks*, do ArcMap 10.2.2.

Na etapa seguinte realizou-se a sobreposição das dimensões ambientais, socioeconômicas, infraestruturais e individuais para a avaliação dos padrões de vulnerabilidade e risco, nas quatro dimensões propostas. Por fim, foi concretizada a integração dos mapas e posterior cálculo da média dos índices de vulnerabilidade ambiental, socioeconômica, infraestrutural e individual (Figura 96).

Figura 96 – Integração dos índices de vulnerabilidade e classificação do IVSA



Fonte: Elaboração própria.

Como resultado, obteve-se o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) para o município de Tabatinga com a hierarquização dos setores censitários e seus respectivos níveis de vulnerabilidade socioambiental.

4.6 Notas conclusivas

A metodologia apresentada incluiu detalhes sobre os pressupostos que deram norte à estratégia de investigação, à delimitação temporal e amostral e à definição dos indicadores fundamentais para a criação de um índice de Vulnerabilidade Socioambiental. A abordagem sistêmica conjugada com a abordagem dialética possibilitou a compreensão dinâmica dos processos ambientais e sociais, tornando possível a identificação de conflitos e impactes socioambientais.

Neste arcabouço metodológico, as ferramentas cartográficas e os SIG foram fundamentais para a elaboração da modelagem e análise espacial, confluindo para a construção de uma cartografia da vulnerabilidade e dos riscos, nas áreas de influência fluvial dos espaços amazônicos.

Optou-se por uma abordagem de pesquisa quantitativa e qualitativa utilizando a segmentação das amostras e das variáveis, para o estudo multivariado da vulnerabilidade e riscos socioambientais em Tabatinga. As limitações na ocorrência de informações detalhadas, para a área de estudo, impuseram a

construção de boa parte da informação de cariz ambiental que foi utilizada no modelo e que exigiram um grande esforço para a sua elaboração. Essa realidade apontou a necessidade de desenvolver mapeamentos nos espaços da floresta amazónica, no sentido de diminuir o déficite cartográfico na região. A conjugação dos indicadores nas quatro dimensões revelou uma funcionalidade para a realização da análise socioambiental, baseada numa abordagem sistémica e integrada. A seguir, apresenta-se no capítulo 5, os resultados da aplicação dessas técnicas e as análises extraídas dos mapas confeccionados a partir da modelação cartográfica.

5. NÍVEIS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL EM TABATINGA E PERCEÇÃO DOS RESIDENTES

5.1 Nota introdutória

Embora os espaços mais distantes dos aglomerados humanos disponham de melhores condições ambientais, carecem de serviços básicos, induzindo estilos de vida menos saudáveis nas populações que habitam nesses lugares. Os espaços centrais do município de Tabatinga, apesar de indicarem melhores condições em termos de infraestruturas, apresentam maiores desafios no que se refere às dinâmicas socioambientais. Tal complexidade dificulta análises mais realistas, mas também justifica o uso de modelos cartográficos baseados em ambiente SIG, construídos de modo a representar mais fidedignamente os espaços.

Apesar de existir em Tabatinga, muito pouca informação cartográfica e estudos relacionados com a vulnerabilidade e riscos, muito raramente se encontram estudos que conjuguem a gestão socioambiental e o planeamento territorial. Na presente investigação foi imprescindível a construção de informação atualizada e direcionada para a avaliação da espacialidade em Tabatinga e para a identificação dos espaços de risco e das populações que apresentam vulnerabilidade socioambiental.

A investigação teve duas abordagens cujo objetivo foi determinar o nível de vulnerabilidade socioambiental nos setores censitários que compõem o município, identificando as áreas de maior risco para a população. A primeira compreendeu medições realizadas a partir de dados estatísticos e cartográficos recolhidos de órgãos públicos, segmentando-se a informação a uma grande escala geográfica. A segunda abordagem compreendeu a análise realizada a partir de observações *in loco*, através de inquéritos aos residentes no município objeto do nosso estudo.

5.2 Evolução do uso e da ocupação do solo no município de Tabatinga

No ano de 2007 o município de Tabatinga apresentava maioritariamente áreas cobertas por florestas ombrófilas densas, com características naturais em estado preservado no setor norte do território e em parte do setor sul (Figura 97). Esta área ocupada pela floresta nativa, coincidia com parte da área delimitada como Território Indígena (TI), demarcada pela Fundação Nacional do Índio (FUNAI) e homologada por Decreto em 08/01/1996.

As características naturais dessa área apontavam para a manutenção de um equilíbrio dinâmico regido pela exuberância da vegetação e continuidade espacial, com alguns enclaves de pequenos aldeamentos indígenas, isolados e associados a manchas de uso agrícola e direcionadas para a subsistência das famílias Ticunas.

A maior parte da ocupação indígena estava circunscrita às áreas de influência fluvial ou no limite de grande parte dos afluentes do Solimões. Apenas pequenas áreas de uso agrícola se encontravam próximas de alguns lugares de características rurais, como é o caso de Belém do Solimões, Esperança e Vila Água Limpa. Existiam também, nesses lugares, áreas com desmatamento e em processo de desmatamento, embora fosse mínima a extensão desses usos, quando comparada com outras áreas do município.

Na área urbana e suburbana do município observava-se, em 2007, uma intensificação dos usos e da ocupação do solo (Figura 98). Existia uma extensa área verde com manutenção de vegetação típica de floresta, que se estendia desde a Vila Militar até ao extremo leste da cidade de Tabatinga, compreendendo uma Área de Proteção Ambiental de 5,82 km². Esta última, estava direcionada para a conservação ambiental e estava circunscrita ao espaço urbano de Tabatinga, separando os bairros indígenas (Umariáçu I e Umariáçu II), dos bairros não indígenas (Ibirapuera, Nova Esperança e Vila Paraíso).

Para além das atividades agropecuárias que se desenvolviam nas comunidades rurais indígenas, existia um grande número de pequenas parcelas agrícolas cultivadas na área suburbana de Tabatinga. O uso agrícola e, em menor frequência, o uso pecuário, concentravam-se em áreas próximas às residências indígenas do Umariáçu, a leste do aeroporto. A sua ocorrência aparecia intercalada com algumas áreas desmatadas e em processo de desmatamento demonstrando que as atividades agropecuárias necessitavam do recuo da floresta nativa. As práticas agrícolas ainda eram rudimentares e sem elementos técnicos onde se pudesse associar o cultivo de espécies economicamente viáveis com a estrutura florestal já existente.

As áreas de uso agropecuário indígena, adjacentes ao Umariáçu, compreendiam um total de 149 parcelas de cultivo e possuíam uma dimensão média de 0,02 km². A totalidade das áreas com ocupação agropecuária indígena somavam 4,43 km². No extremo norte da cidade (Figura 98), as áreas com atividade agropecuária não indígena compreendiam um total de 317 áreas mapeadas, apresentando em média, áreas de 0,03 Km², estando localizadas próximas a estradas e caminhos abertos na floresta. O somatório dessas áreas era de 12,17 km². Estes dados revelam a preponderância das atividades

agropecuárias não indígenas, considerando a ocupação de áreas maiores, destinadas sobretudo à bovinocultura e ao cultivo de pastagens, hortaliças e frutas.

Neste mesmo setor localizavam-se as maiores áreas desmatadas ou em processo de desmatamento, embora também tenham sido identificadas no Umariáçu algumas áreas em processo de desmatamento ou já desmatadas apesar de pouco extensas.

Em 2018 registou-se um crescimento das áreas associadas à agropecuária e à ocupação residencial, não apenas na sede urbana, mas em diversos lugares do município, como por exemplo Belém do Solimões, Esperança, Vila Água Limpa e Bananal (Figura 97).

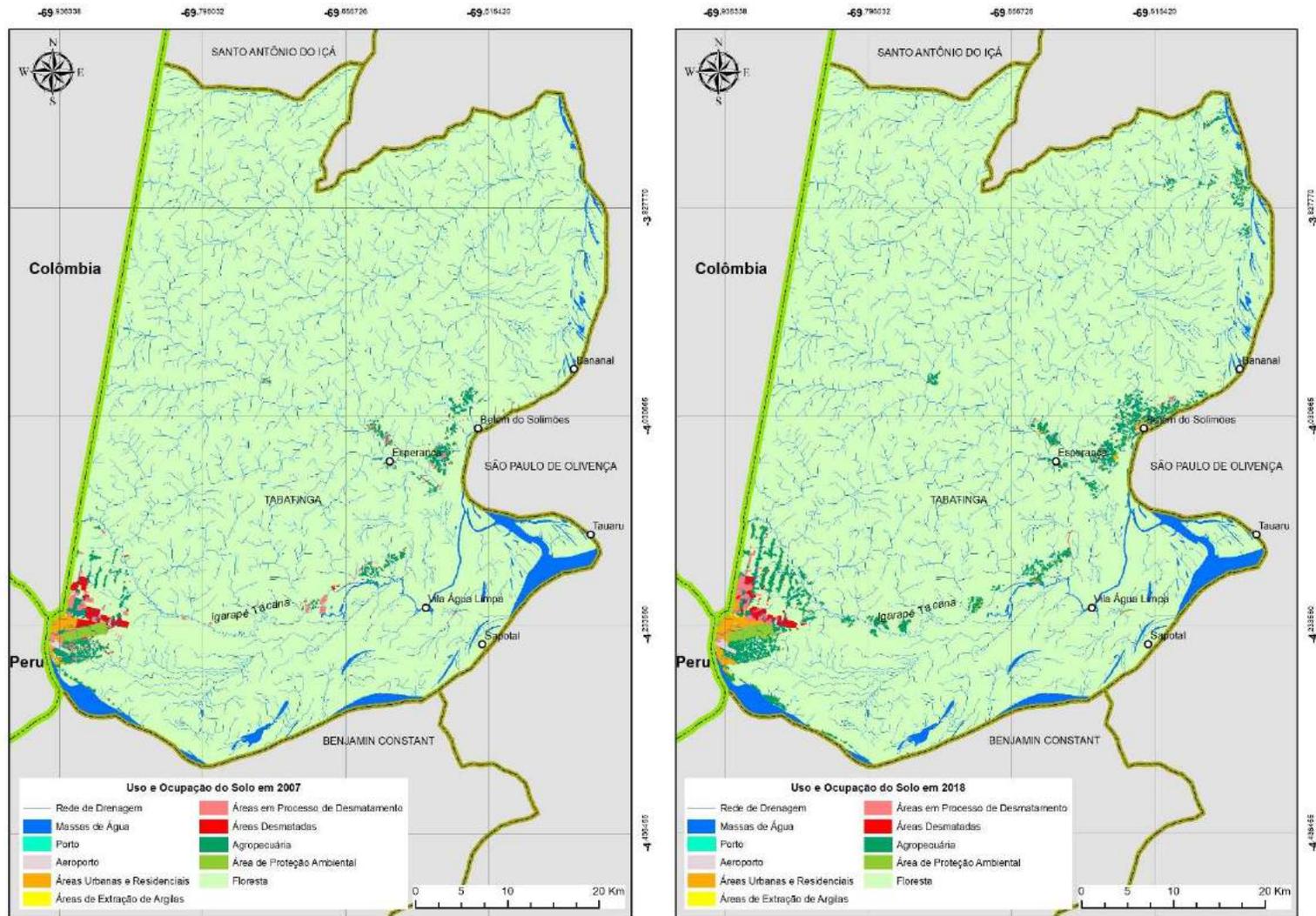
Nas comunidades indígenas de Belém do Solimões e Esperança ocorreu um aumento da área residencial, das áreas ocupadas pela agricultura e de novas áreas de desmatamento para ampliação de áreas cultiváveis. No percurso do Igarapé Tacana, constatou-se igualmente a existência de novas áreas destinadas à atividade agrícola com imóveis destinados ao desenvolvimento de atividades ecoturísticas e balneares.

Na área urbana e suburbana do município manteve-se a área de proteção ambiental com 6,58 Km² de extensão, embora tenha perdido algumas secções, impulsionada pela pressão urbana na área de contacto com a cidade de Tabatinga (Figura 98).

No Umariáçu, a atividade agropecuária indígena correspondeu a uma expansão territorial traduzida em 208 unidades de cultivo, ou seja, 59 áreas a mais do que em 2007, mas sem alteração da média do tamanho dessas áreas (0,02 Km²).

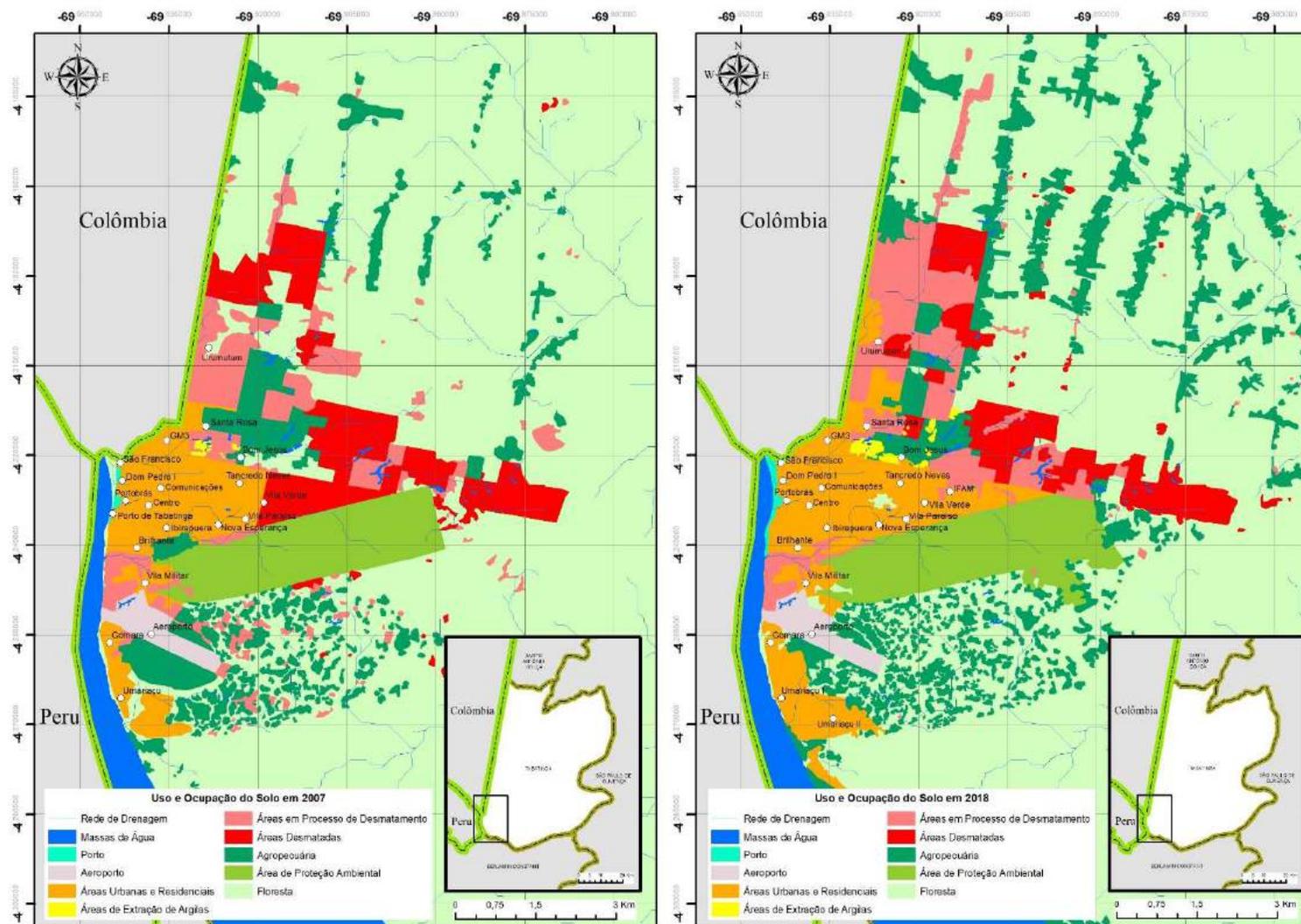
As áreas de ocupação agropecuária não indígena, concentradas a norte de Tabatinga, estenderam-se até às margens do igarapé Tacana. Estas áreas permanecem como mais extensas do que as áreas cultiváveis indígenas e somavam um total de 107 propriedades rurais, perfazendo 13,45 Km² de extensão. Ao considerarmos todo o município de Tabatinga, os espaços de uso agropecuário somavam, em 2018, 1.052 unidades espaciais.

Figura 97 – Uso e ocupação do solo no município de Tabatinga, em 2007 e em 2018



Fonte: Elaboração própria com base na interpretação das imagens do satélite Landsat – Copernicus de 18/02/2007 e 05/09/2018 e levantamentos de campo realizados entre 2017 e 2018.

Figura 98 – Uso e ocupação do solo da área urbana e suburbana de Tabatinga, em 2007 e em 2018



Fonte: Elaboração própria com base na interpretação das imagens do satélite Landsat – Copernicus de 18/02/2007 e 05/09/2018 e levantamentos de campo realizados entre 2017 e 2018.

Em 2018, as áreas desmatadas (5,45 km²) localizavam-se majoritariamente nas franjas das áreas com uso agropecuário, principalmente nos espaços próximos à cidade. A mesma tendência ocorria nas áreas em processo de desmatamento (8,06 km²), onde as maiores parcelas se localizavam na proximidade da área urbana de Tabatinga e estavam distribuídas ao longo da planície fluvial do Solimões. Apesar disso verifica-se que entre 2007 e 2018 houve um decréscimo dessas áreas enquanto que se verificou um aumento das áreas destinadas à agropecuária e à ocupação residencial. Nesse processo ocupacional identificam-se dois eixos de expansão: um direcionado para o nordeste da sede urbana, e outro para leste.

A atividade de extração de argila na indústria de materiais de construção, localizada na área suburbana de Tabatinga (Bom Jesus), registou um ligeiro crescimento da área utilizada passando de 0,09Km² em 2007 para 0,32 km² em 2018.

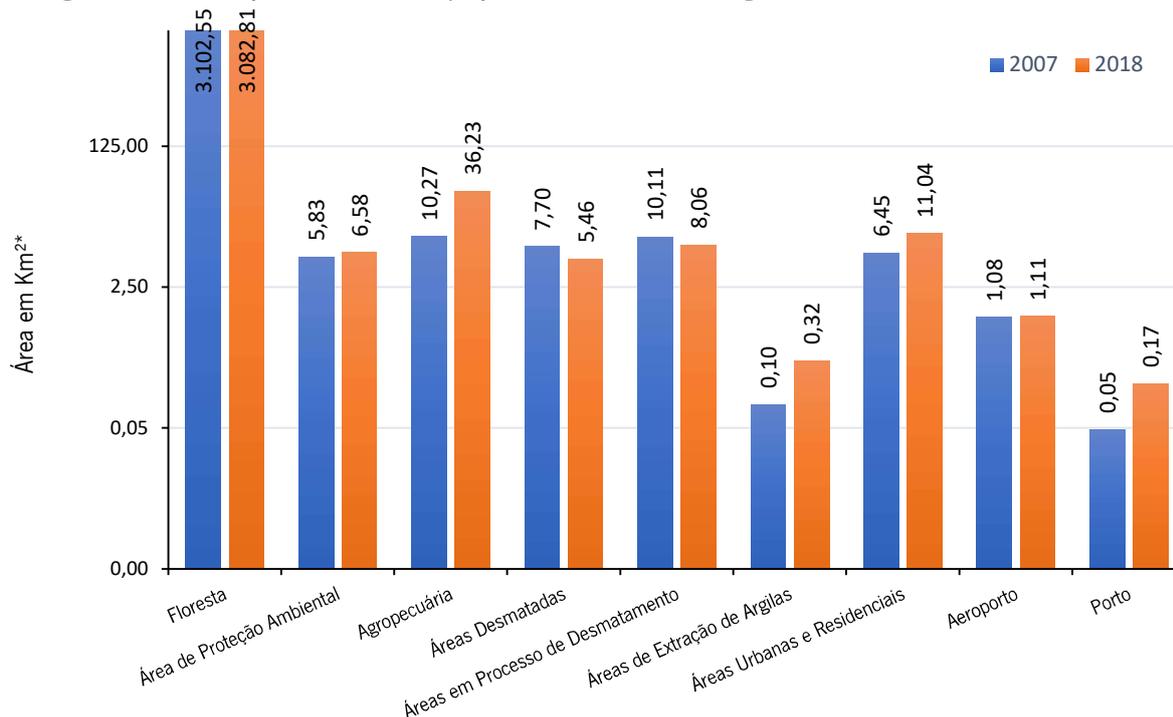
Um dos usos que mais cresceu no período em análise foi o das áreas de ocupação residencial e urbana, quer na orla fluvial, quer nas áreas mais distantes da influência do Solimões. O crescimento urbano no sentido leste foi motivado pela instalação, no ano de 2009, do Instituto Federal do Amazonas (IFAM), que colaborou para a instalação de loteamentos nas áreas suburbanas da cidade e para o aumento do fluxo de funcionários e de alunos. A extensão da ocupação urbano-residencial era, em 2018, de 7,25 Km², enquanto que a área residencial indígena Umariáçu era de 2,03 Km².

Para além dessas áreas de ocupação residencial, foram identificadas 35 ocorrências de agrupamentos residenciais espalhados na extensão do município. São áreas pouco expressivas do ponto de vista da extensão, compostas por população indígena que fixou residência em aldeamentos ao longo dos afluentes do Solimões e distantes da sede do município. O somatório dessas áreas chega a 1,77 Km² sendo a localidade de Belém do Solimões a comunidade indígena mais importante quer em área, quer em número de residentes.

A infraestrutura logística (porto e aeroporto) ocupava 1,27 Km² observando-se, em relação a 2007, um crescimento significativo da dinâmica portuária como reflexo do aumento do fluxo de mercadorias e de pessoas que chegam ao município de Tabatinga dinamizando o comércio internacional entre o Brasil, o Peru e a Colômbia.

Em termos gerais, entre 2007 e 2018, ocorreu um decréscimo de 19,74 Km² das áreas florestadas, motivado pelo avanço das atividades socioeconómicas, concentradas sobretudo nas áreas de influência fluvial do Solimões e dos seus afluentes (Figura 99).

Figura 99 – Evolução do uso e ocupação do solo de Tabatinga entre os anos de 2007 e de 2018



* A escala apresentada no eixo Y é de índole logarítmica, considerando as discrepâncias entre os valores baixos da categoria "porto" e os valores elevados da categoria "floresta".

Fonte: Elaboração própria com base nos dados geoestatísticos obtidos a partir do mapeamento de uso e ocupação do solo de Tabatinga nos anos de 2007 e de 2018.

A atividade agropecuária e a dinâmica comercial portuária foram as atividades económicas com maiores níveis de crescimento nesse período (Quadro 31). Relativamente à agropecuária observou-se um crescimento de 25,96 Km² e a atividade portuária expandiu-se em 0,12 Km², nos espaços com infraestrutura logística.

O decréscimo das áreas com ocorrência de desmatamento e das áreas em processo de desmatamento seguiu uma tendência inversamente proporcional à tendência evolutiva do crescimento das áreas urbanas e de ocupação agropecuária (Figura 99).

Considerou-se na Figura 100 as percentagens referentes ao desenvolvimento das atividades económicas ao nível de interferências antrópicas sobre o ambiente de Tabatinga. Neste caso, foram excluídas as categorias Floresta e Área de Proteção Ambiental, por serem essencialmente representativas da cobertura do solo e não caracterizarem a atividade económica e antrópica.

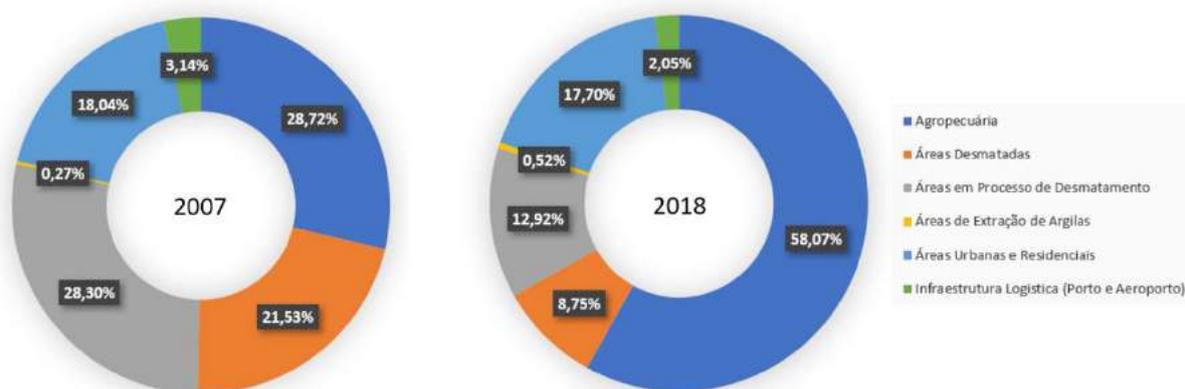
Quadro 31 – Variação percentual do uso e ocupação do solo no município de Tabatinga entre os anos de 2007 e de 2018

Uso e Ocupação do Solo	2007 (Km ²)	2018 (Km ²)	Varição (%)
Floresta	3.102,54	3.082,80	-0,64
Área de Proteção Ambiental	5,82	6,58	13
Agropecuária	10,26	36,23	253
Áreas desmatadas	7,69	5,45	-29
Áreas degradadas e em processo de desmatamento	10,11	8,06	-20
Áreas de extração mineral	0,09	0,32	235
Áreas urbanas e residenciais	6,44	11,04	71
Aeroporto	1,07	1,10	3
Portos	0,05	0,17	240

Fonte: Elaboração própria com base nos dados geoestatísticos obtidos a partir do mapeamento de uso e ocupação do solo de Tabatinga nos anos de 2007 e de 2018.

Em 2007, o município de Tabatinga apresentava uma maior percentagem de áreas destinadas à atividade agropecuária, seguidas das áreas com ocorrência de processos de desmatamentos (28,30%). As áreas desmatadas perfaziam 21,53% do território do município enquanto que as áreas de ocupação urbana e residencial perfaziam 18,04%.

Figura 100 – Percentagem do uso e ocupação do solo, segundo as atividades económicas em Tabatinga nos anos de 2007 e de 2018



Fonte: Elaboração própria com base nos dados geoestatísticos obtidos a partir do mapeamento de uso e ocupação do solo em Tabatinga, para o ano de 2007 e de 2018.

Em 2018, manteve-se a predominância das atividades agropecuárias (58,07%), seguindo-se as áreas urbanas e residenciais (17,70%). Embora seja pouco expressivo, comparativamente com outras atividades económicas, a extração de argilas passou de 0,27% em 2007, para 0,52%, refletindo a

tendência de expansão urbana a partir do aumento do número de residências no município e do uso de materiais de construção civil produzidos nas olarias.

5.3 A expansão da área urbana de Tabatinga e a formação das áreas de risco

Em Tabatinga o bairro São Francisco é dos mais antigos datando de 1915 (Mafra e Siqueira, 2010). Assume-se como o primeiro bairro civil em Tabatinga (rever a sua localização na Figura 98), delimitado pela fronteira com a Colômbia, coexistindo no início do século XX com o bairro militar da Comara (rever a sua localização na Figura 98), onde atualmente se encontram as instalações militares e o Aeroporto Internacional de Tabatinga. Nessa época, a deslocação entre o bairro civil e o militar era possível apenas pelo rio Solimões, visto que ainda não existia a avenida da Amizade, ligando as duas áreas (Mafra e Siqueira, 2010).

A progressiva ocupação do bairro São Francisco teve na sua essência disputas entre os militares e a população civil, que era constituída, na sua maioria, por seringueiros que abandonaram os espaços de extração na Amazônia, devido ao declínio da atividade. Por localizar-se próximo da linha de fronteira e ser uma área estratégica, os militares não viam como positiva a ocupação desse espaço. Porém, a insistência da população em construir casas e cultivar a terra, foi contrariando, aos poucos, a perspectiva militar. Foram progressivamente erguidas as casas dos antigos seringueiros em madeira rústica, teto de palha e chão em terra batida ou em madeira extraída da floresta.

Posteriormente, com a fixação das residências, instalou-se a primeira feira de Tabatinga no bairro São Francisco, nas margens do igarapé Santo António (Silva, 2011). Tal deveu-se à proximidade com o Porto do Bispo, onde eram desembarcadas as mercadorias. O espaço afigurou-se como ideal para o desenvolvimento comercial, em razão do fluxo de mercadorias e pessoas, considerando a pequena distância entre as residências e o novo espaço da feira. Atualmente permanecem neste lugar, o porto, a feira e o Mercado Municipal de Tabatinga, contribuindo para o dinamismo socioeconómico do município (Figura 101).

Os produtos comercializados (geralmente hortaliças, frutas e legumes) são provenientes das comunidades ribeirinhas próximas da cidade e que garantem a segurança alimentar do município possibilitando o acesso da população mais pobre a uma maior diversidade de alimentos. Destacam-se as fracas condições de manuseio e de higiene que devem ser implementadas num mercado de alimentos. Além destes comerciantes há também aqueles que vendem comida de rua destinada aos

frequentadores da feira e trabalhadores do porto. Esta complexidade comercial possibilita a sustentabilidade de um circuito microeconómico minimizando as limitações financeiras da maior parte das famílias de baixos rendimentos.

Figura 101 – A dinâmica das atividades portuária e comercial na orla de Tabatinga em 2018



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese com um drone em março de 2018.

A dinâmica da tripla fronteira faz da área portuária um espaço de intensa circulação diária de pessoas e de mercadorias. Essa dinâmica tem dificultado a manutenção da qualidade ambiental na área e a correta utilização dos recursos naturais. Por seu turno, as potencialidades turísticas encontram barreiras na competitividade espacial das atividades portuárias e comerciais, que se desenvolvem de maneira antagónica e conflituosa. A qualidade paisagística, necessária ao turismo, é colocada em segundo plano, e em competição com o desenvolvimento das atividades portuárias, que degradam a paisagem, embora toda a área tenha sido classificada pela prefeitura de Tabatinga, como complexo turístico.

Em 1980, instalou-se no bairro São Francisco, a comunidade de Vila Guadalupe (Mafra e Siqueira, 2010). A ocupação é constituída por um aglomerado de residências precárias (palafitas e casas flutuantes), nas margens do rio Solimões e ao lado da feira, carente de infraestruturas e ligadas umas às outras por pontes rudimentares de madeira. Atualmente a ocupação conta com 85 casas, tendo uma população de 365 moradores, que na sua maioria dinamiza a componente comercial e de serviços informais da feira e do porto (atualmente denominado de Porto da Catraia) (Figura 102).

Figura 102 – Comunidade Vila Guadalupe, no bairro São Francisco em 2018



Fonte: Elaboração própria com base nas fotografias obtidas pelo autor em fevereiro de 2018 e na imagem Esri, DigitalGlobe.

A formação do bairro Dom Pedro I data do ano de 1936 e tem a sua origem ligada à prática agrícola da cana de açúcar em Tabatinga (Mafra e Siqueira, 2010). As primeiras construções serviam de habitação para os trabalhadores do canavial, compreendendo uma área circunscrita entre a atual rua Marechal Mallet e a avenida da Amizade, que constitui a principal via da cidade.

Por seu turno, o bairro Brilhante (rever a sua localização na Figura 98), com ocupação inicial em 1956, estrutura-se como área de ocupação urbana destinada ao excedente de militares que não conseguiam espaço de residência na Comara (Mafra e Siqueira, 2010). Nessa época já existia o aglomerado residencial na vila militar, mas com infraestruturas urbanas e vias planejadas. A realocação de novos militares no bairro Brilhante justifica-se por ser uma área adjacente à Comara, facilitando as deslocamentos dos militares para o trabalho. Tal área dispõe ainda hoje de um igarapé (Figura 103), que na época servia como fonte de abastecimento hídrico do pequeno aglomerado populacional (Mafra e Siqueira, 2010).

Em 1958 iniciou-se na Comara a construção do Aeroporto Internacional de Tabatinga e a necessidade de residência para os construtores, próxima ao canteiro de obras, colaborou para que mais tarde a Comara se transformasse em bairro. Além do casario, também se instalou uma feira, onde eram comercializados alguns produtos. Tal espaço já não existe, devido aos processos erosivos ocorridos na área (Coutinho, 2017).

Figura 103 – Trecho do igarapé Brilhante nas margens da avenida da Amizade em 2018



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em fevereiro de 2018.

O ano de 1968 correspondeu à data da instalação das primeiras residências no bairro Ibirapuera (rever a sua localização na Figura 98), que inicialmente era composto por residências de militares (Nogueira, 2004; Mafra e Siqueira, 2010). Posteriormente instalou-se no Ibirapuera o Grémio Recreativo do Alto Solimões (Grasol), constituindo um espaço de lazer e de convívio destinado aos militares de Tabatinga. O bairro Ibirapuera, juntamente com o Brilhante e a Comara assumiram-se como bairros ocupados majoritariamente por militares e formando espaços de ocupação com melhores infraestruturas urbanas, no setor sul do perímetro urbano de Tabatinga.

Em meados de 1973, iniciou-se no município, um processo migratório por parte de pessoas de comunidades rurais, que atraídas pelas melhores condições urbanas de Tabatinga e pela necessidade de trabalho e estudo, construíram residências no atual bairro Tancredo Neves (rever sua localização na Figura 98). Esse bairro formou-se a partir de loteamentos realizados em duas etapas e expandindo-se no sentido oeste-leste de Tabatinga (Mafra e Siqueira, 2010).

A maioria das famílias, normalmente em situação de vulnerabilidade social, ao chegarem a Tabatinga, instalavam-se nos espaços ambientalmente mais frágeis. Nesses espaços existe atualmente população majoritariamente desfavorecida e com baixo nível de escolaridade, habitando imóveis precários e fixados em espaços com elevada vulnerabilidade aos processos erosivos que se intensificam com a retirada da cobertura vegetal.

Após o ano de 1975 surgiram em Tabatinga duas novas áreas de ocupação residencial, que mais tarde vieram a originar os bairros Portobrás e Comunicações. A ocupação no bairro Portobrás (rever a sua localização na Figura 98) deveu-se às dinâmicas intermunicipais construídas pela Capitania dos Portos e pelos fluxos de mercadorias e pessoas. Em 1994 o poder público municipal elaborou, em parceria com a Secretaria de Assistência Social, um plano de construção residencial no Portobrás, para a população carente, que culminou com a doação de 27 lotes, próximos ao igarapé São Tomé. Após a instalação das primeiras famílias verificou-se na área um processo de ocupação irregular a partir de 1995, por novas famílias recém-chegadas ao município que se fixaram sem o acompanhamento da prefeitura (Mafra e Siqueira, 2010; Gomes, 2014).

As 32 novas habitações, feitas em madeira e materiais recicláveis (lonas e papel cartão) originaram um novo espaço de risco e de conflitos sociais com os antigos moradores que não desejavam a presença dos sem teto (Gomes, 2014). Nesse processo de ocupação irregular, os espaços verdes das primeiras residências, nos seus quintais e áreas livres, foram paulatinamente ocupados por novas habitações precárias (palafitas). O novo contexto ocupacional elevou o nível de impactes no ambiente trazendo consigo o aumento dos riscos socioambientais no bairro Portobrás, que são ainda hoje evidentes (Figura 104).

Figura 104 – Ocupações irregulares no leito do igarapé São Tomé, localizado no bairro Portobrás em 2018



Fonte: Elaboração própria com base nas fotografias obtidas pelo autor em fevereiro de 2018 e na imagem Esri, DigitalGlobe.

A grande cheia do rio Solimões, ocorrida no ano de 1986, motivou a instalação de um novo bairro em Tabatinga designado por Nova Esperança (Mafra e Siqueira, 2010). As famílias residentes nesse novo espaço foram fortemente afetadas pela cheia e alagamentos nas suas comunidades de origem, destacando-se a comunidade ribeirinha de Sapotal. Afetadas pelas dinâmicas ambientais procuraram

refúgio na área urbana de Tabatinga, mais afastada do rio, designadamente no bairro Nova Esperança (rever a sua localização na Figura 98).

A partir do ano 2000 Tabatinga assistiu à expansão urbana através de loteamentos que deram origem aos bairros Vila Paraíso (rever a sua localização na Figura 98) e Bairro Nobre. O Bairro Nobre albergou a população com maior poder económico. Em contrapartida, o bairro Vila Paraíso teve origem num loteamento municipal destinado às famílias de baixos rendimentos sendo os lotes doados pela prefeitura, que executou a construção habitacional com recursos federais relacionados com as políticas públicas de habitação. A maioria das famílias estabelecidas na Vila Paraíso eram provenientes dos espaços de risco e com elevado nível de vulnerabilidade socioambiental (Steiman, 2002; Mafra e Siqueira, 2010).

O crescimento da procura de novas áreas de ocupação residencial destinadas ao desenvolvimento das atividades económicas no município de Tabatinga permitiu ampliar os problemas ambientais com ocupações irregulares dos ambientes de influência fluvial. Estas formas de ocupação marcadas pela falta de planeamento, afetaram a qualidade ambiental dos geofácies e prejudicaram indiretamente o desenvolvimento económico do município. De igual modo, também a degradação dos recursos naturais, a aglomeração nos espaços fluviais, as atividades económicas que motivam o desmatamento e queimadas, as práticas agrícolas inadequadas e as atividades agressivas de extração, têm proporcionado uma maior pressão sobre o território e um conseqüente aumento das suas vulnerabilidades.

A ação antrópica tem sido o fator de maior influência nos desequilíbrios ambientais de Tabatinga (Figura 105). No espaço urbano destaca-se a ocupação residencial intensa e irregular, a disposição de resíduos sólidos em áreas inadequadas e a poluição do solo e dos recursos hídricos, devido às deficiências infraestruturais de saneamento que contribuem para o aumento e propagação de doenças entre os residentes.

De acordo com os dados da Fundação de Vigilância em Saúde do Amazonas (FVS), publicados no Boletim de Vigilância em Saúde para o ano de 2013, observou-se ser este o ano com maior número de casos de dengue, colocando o município em segunda posição no *ranking* entre os municípios do Amazonas. Estes dados evidenciam as fragilidades infraestruturais do espaço urbano e a sua correlação com a saúde pública (FVS, 2013). Em Tabatinga a ocupação dos ambientes fluviais é uma realidade que aumenta a vulnerabilidade ambiental devido à fragilidade natural desses espaços e à pressão social desordenada (Figura 106).

Figura 105 – Geolocalização dos impactos socioambientais no espaço urbano e suburbano do município de Tabatinga em 2018



Fonte: Elaboração própria tendo por base as fotografias e as coordenadas geográficas recolhidas no trabalho de campo realizado em fevereiro de 2018.

Figura 106 – Ocupação residencial em espaços de influência fluvial (Comunidade Vila Guadalupe) em 2018



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em fevereiro de 2018.

O modelo de expansão urbana de Tabatinga tem sido baseado num crescimento sem infraestruturas básicas e com as naturais fragilidades dos recursos hídricos (igarapés e lagos), assistindo-se à construção no espaço urbano, e a uma vulnerabilidade ambiental sem precedentes, com o soterramento de corpos hídricos para construção de vias e a canalização da rede de drenagem. Este modelo altera as características paisagísticas e potencializa as inundações em diversos pontos da cidade (Figura 107) causando prejuízos de ordem material e sanitária. O abandono de resíduos sólidos nos corpos hídricos que apresentam canais de drenagem com pouca largura e profundidade, caracterizando o assoreamento, também maximizam os fenômenos de cheias que atingem diretamente a população residente.

Figura 107 – Evento de alagamento no Bairro São Francisco em 2019



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em fevereiro de 2019.

A ocupação das margens desses recursos hídricos, consideradas pela legislação ambiental brasileira como Áreas de Preservação Permanentes (APP), é outro problema verificado no espaço de Tabatinga. De acordo com o Código Florestal brasileiro, todas as margens de recursos hídricos superficiais e todas

as encostas com inclinação de 45 graus são consideradas áreas de risco e devem estar livres de ocupação residencial.

A política municipal de incentivo à ocupação de novos espaços, caracterizada pela construção de habitações populares e destinadas às famílias de baixos rendimentos, é muitas vezes realizada sem estudos e sem pareceres técnicos que possibilitem um melhor planeamento das ações públicas. Nesse contexto, observa-se um aumento da degradação desses espaços e ao mesmo tempo a necessidade de desenvolver planos mais comprometidos com a saúde ambiental e de acordo com a legislação.

O crescimento populacional, o aumento dos estabelecimentos comerciais e industriais, conduz a um aumento dos impactes ambientais negativos num contexto onde se observam fragilidades no planeamento urbano e pouca aplicação da legislação ambiental. A ausência de fiscalização e gestão ambiental também potenciam a pressão sobre o espaço, que já é por si só vulnerável.

Considerando os espaços de influência fluvial e a importância da sua vegetação ciliar na preservação dos cursos de águas e na manutenção da qualidade hídrica, a ocupação residencial nessas áreas além de causar uma grande perda para a “saúde” do ambiente, favorece a ocorrência de impactes ambientais ligados ao depósito de resíduos sólidos e efluentes domésticos nesses corpos hídricos (Figura 108).

Figura 108 – Degradação ambiental dos recursos hídricos a partir de ocupações residenciais irregulares em 2018



Fonte: Fotografia obtida pelo autor da presente tese em fevereiro de 2018.

Por outro lado, nas áreas suburbanas e rurais verifica-se o aumento das atividades agropecuárias que para se estabelecerem conduzem ao desmatamento e queima de áreas florestadas, possibilitando o aumento das vulnerabilidades ambientais nos espaços rurais, a partir do desenvolvimento não planeado das atividades primárias.

Entre os diversos malefícios da queima das áreas florestadas, destaca-se a diminuição da biodiversidade do município, o empobrecimento do solo e extinção da sua microbiota, o aumento dos processos erosivos e o assoreamento dos igarapés. Também ocorre a fuga de animais para áreas de ocupação urbana, a diminuição da qualidade do ar com o aumento de doenças respiratórias, a elevação das temperaturas e frequência dos fenômenos climáticos extremos (*e.g.*, tempestades).

A atividade industrial, com o foco na produção de insumos para a construção civil, também se tem instalado nas áreas mais afastadas da cidade favorecendo o aumento de áreas de exploração de argilas, de produção de tijolos e telhas e que tem necessitado de uma utilização adequada dos recursos geológicos nessa cadeia produtiva.

Para além do desenvolvimento das atividades económicas e das respetivas implicações de danos ambientais, também se denotam no espaço urbano de Tabatinga, deficiências na rede de infraestruturas, nomeadamente na qualidade das ruas e avenida que comprometem a deslocação dos residentes e dificultam o escoamento dos produtos agrícolas para o centro da cidade.

Perante estas questões nota-se a necessidade de um planeamento socioambiental que procure conciliar a preservação dos recursos naturais agindo como instrumento de controlo dos impactes e trazendo soluções e qualidade socioambiental ao município de Tabatinga.

Durante os últimos anos Tabatinga tem assistido a um crescimento populacional e conseqüente expansão dos espaços urbanos destinados à ocupação residencial e comercial. Em 1991, Tabatinga contava com 27.943 habitantes (IBGE, 1992). No ano de 2000 o crescimento populacional atingiu os 38.000 habitantes e em 2010 alcançou os 52.000 habitantes (IBGE, 2010a). A posição originalmente estratégica e militar de Tabatinga ainda hoje é exercida num contexto fronteiriço e concorrencial com Letícia na Colômbia e Santa Rosa no Peru, embora haja laços de amizade e políticas de cooperação internacional entre as três cidades (Nogueira, 2004).

A fixação de instituições públicas em Tabatinga (bancos, universidades, correios, aeroporto, hospital, cartórios civil e eleitoral, Ministério Público e institutos) trouxe melhorias ao território e contribuiu para a fluidez entre os municípios do Alto Solimões, direcionando os fluxos migratórios dos municípios adjacentes para Tabatinga e para a tripla fronteira (Brasil, Colômbia e Peru).

A população dos municípios da microrregião do Alto Solimões passou a ter em Tabatinga acesso aos serviços públicos, inexistentes nos respetivos municípios e esse contexto micro regional colaborou para o aumento dos fluxos migratórios e, em diversos casos, para a fixação de novos residentes em Tabatinga.

O crescimento das áreas de ocupação residencial em Tabatinga foi motivado pela procura por parte dessas populações por melhores serviços e ao mesmo tempo por melhores condições de vida, para formação educacional, assim como de acesso à saúde e a melhores condições de trabalho.

Diante deste cenário é possível compreender o elevado crescimento populacional no município de Tabatinga após o ano 2000. Pode ser explicado, em parte, pela nova estratégia do Estado brasileiro e dos sucessivos governos locais baseada num projeto de “urbanização” regional e a partir de alguns investimentos em infraestruturas de serviços públicos. Estes investimentos destinaram-se a promover a ocupação da microrregião do Alto Solimões, tendo Tabatinga como centro, e gravitando em torno deste as restantes cidades, competindo com o desenvolvimento urbano sobretudo da vizinha cidade de Letícia.

Com a ocupação dos espaços de maneira desordenada e sem critérios urbanísticos ou ambientais, o poder público municipal dedicou-se posteriormente a organizar o espaço urbano de Tabatinga dando a titularidade de posse das terras e estabelecendo políticas de incentivo à regularização fundiária. Também procedeu à construção de conjuntos habitacionais destinados à população de baixos rendimentos.

Apesar destas ações, o poder municipal não foi bem-sucedido na execução das políticas de habitação, uma vez que não deu importância à melhoria ou ampliação das infraestruturas urbanas, nomeadamente, serviços de abastecimento de água, energia e saneamento básico. Por outro lado, também não proporcionou equipamentos urbanos aos residentes desses bairros periféricos.

Da mesma forma, em Tabatinga, a institucionalização das infraestruturas, tinha a perspectiva da qualificação espacial destinada à produção regional e ao desenvolvimento das atividades económicas, sem se preocupar com a política urbana de ordenamento territorial. Esse contexto colaborou para o desenvolvimento de uma periferia urbana com núcleos habitacionais, sem acesso a água, energia ou recolha de resíduos sólidos, em ocupações ilegais, num contexto de invasões e conflitos pela terra.

Como na maioria das cidades na Amazónia, Tabatinga apresenta um padrão caracterizado por arruamentos e caminhos que se encontram na área portuária da cidade. O porto é a principal porta de entrada e de saída de mercadorias e pessoas. Embora a cidade também possua um aeroporto, é no porto que ocorre a maior dinâmica económica e migratória, apresentando uma maior hinterlândia. Neste caso, é a partir do porto que ocorre a expansão urbana de Tabatinga, tendo alguns eixos de urbanização definidos a partir da sua história de ocupação e a partir de pontos centrais (lugares centrais), que apresentam uma maior dinâmica económica no plano urbano (Santos, 1994, 2006; Almeida, Araújo e Rodrigues, 2009).

O mapeamento cartográfico realizado, considerando o ano de 2007 e baseado em imagens do satélite Landsat, revelou dois núcleos urbanos consolidados em 7,28 km² e divididos pelo Aeroporto Internacional de Tabatinga (Figura 109). O primeiro núcleo corresponde a uma aglomeração residencial com maior contacto com a linha de fronteira terrestre do Brasil com a Colômbia, centralizado na porção mais ao norte do aeroporto e consolidado a partir da dinâmica portuária, num modelo de arruamento seguindo uma configuração de ruas inter cruzadas como um tabuleiro de xadrez.

Um segundo núcleo, menor e mais disperso, localizado mais ao sul do aeroporto, apresenta um modelo de ocupação capilarizada e com arruamento seguindo a direção dos igarapés, com vias curvas e sem pavimentação. Esse núcleo abriga a maior parcela da população indígena de Tabatinga da etnia Ticuna, que fixaram as suas residências, consolidando posteriormente os bairros Umariáçu I e Umariáçu II.

Observa-se ainda, a partir da Figura 109, que toda a área urbana se mantinha, em 2007, relativamente afastada dos espaços de contacto com as águas do rio, preservando uma faixa de orla em toda a extensão da área de ocupação urbana. Essa característica evidencia um ainda baixo nível de aglomeração em torno das áreas portuárias, possibilitando que os residentes tivessem acesso a uma maior área de planície fluvial, estando a orla mais resguardada dos impactes de ocupação irregular nesse período.

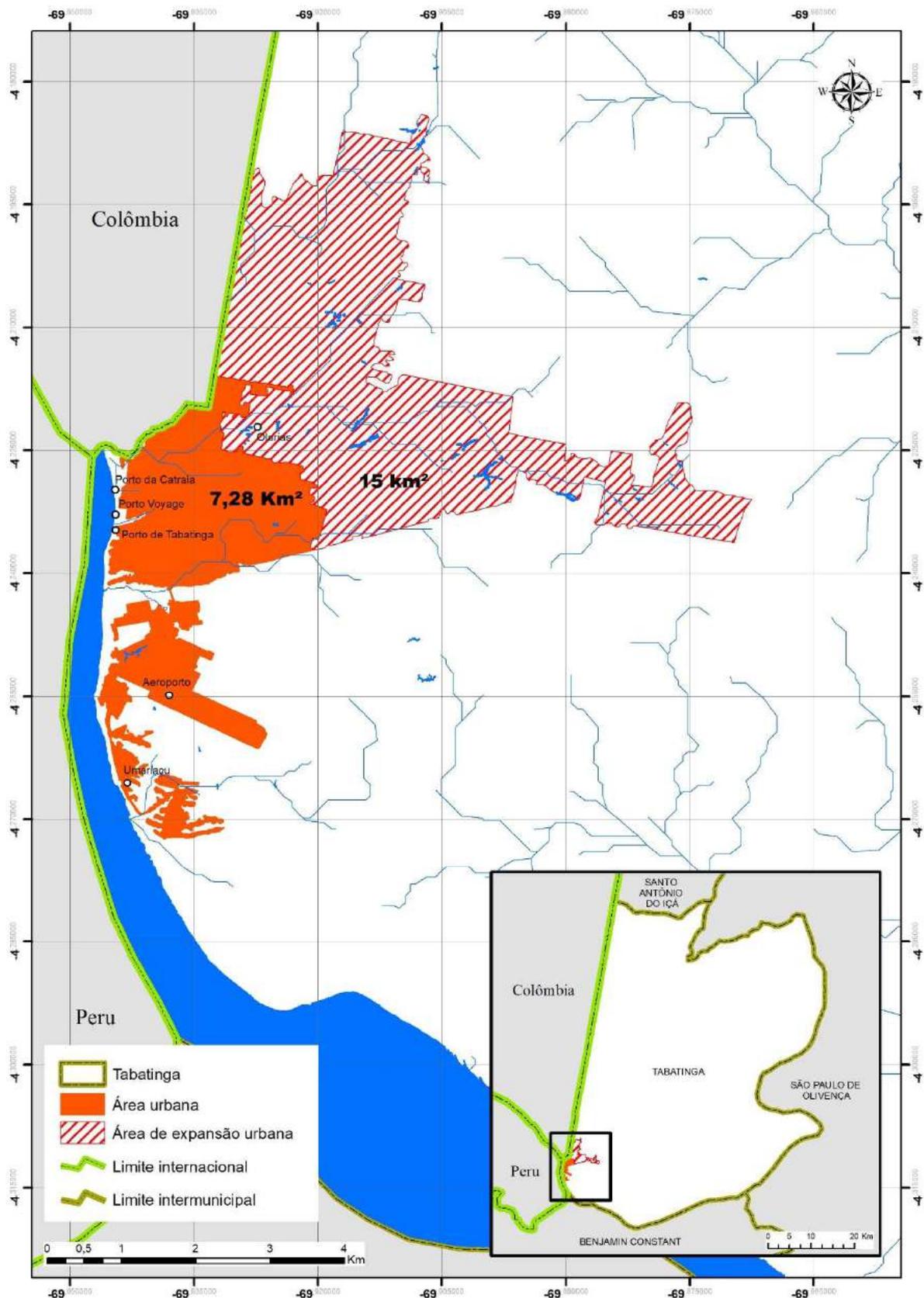
Em 2007, a cidade tinha crescido no sentido leste e nordeste, numa área total de 15 km². O crescimento urbano-industrial no sentido leste do perímetro urbano derivou das atividades de extração de argilas e produção de tijolos nas olarias. Paralelamente, as práticas de desmatamento, para implantação de fazendas destinadas à agropecuária, seguiam uma tendência de expansão em sentido norte e a partir da abertura de estradas e caminhos na floresta ainda não explorada.

Os lotes mais circunvizinhos ao perímetro urbano apresentavam menores dimensões, caracterizando o desenvolvimento de atividades agrícolas em minifúndios, enquanto que, à medida que nos afastávamos da cidade, as áreas desmatadas apresentavam uma estrutura de latifúndios e espaços destinados maioritariamente à pecuária extensiva.

A área urbana de Tabatinga passou a abranger 9,77 Km², correspondendo a um aumento de 2,49 km², em 11 anos, o que corresponde a um incremento em 34,20% na área urbana de Tabatinga (Figura 110).

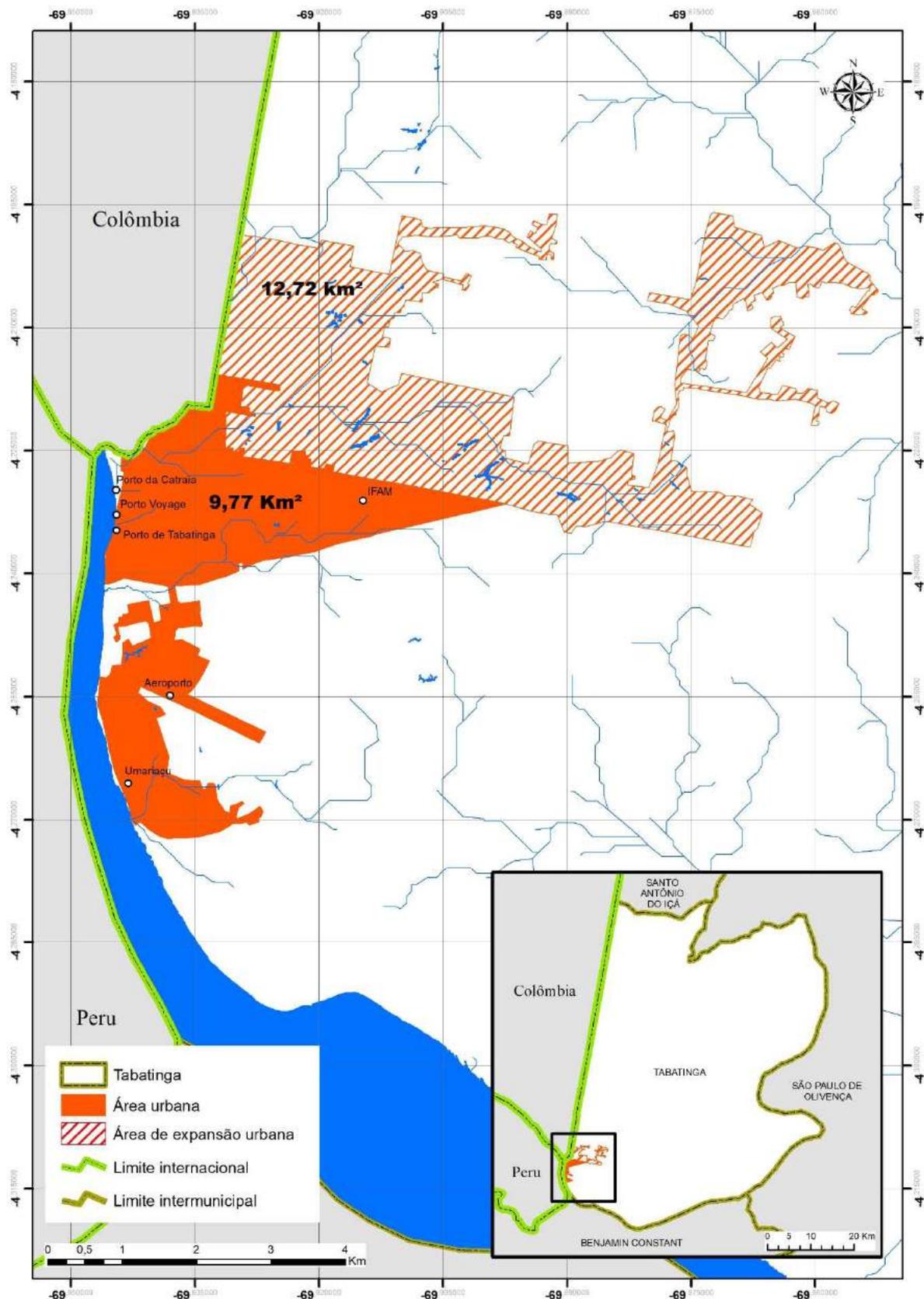
Em relação ao núcleo de ocupação indígena no bairro Umariáçu, ao sul do aeroporto, verifica-se um crescimento do número de residências nesse espaço, destinadas à ocupação indígena, à implementação de novas vias e ao cultivo agrícola de subsistência.

Figura 109 – Áreas de ocupação e expansão urbana do município de Tabatinga em 2007



Fonte: Elaboração própria com base na interpretação das cenas das imagens do satélite Landsat – Copernicus de 18/02/2007.

Figura 110 – Áreas de ocupação e expansão urbana do município de Tabatinga em 2018



Fonte: Elaboração própria com base na interpretação das cenas das imagens do satélite Landsat – Copernicus de 05/09/2018 e levantamentos de campo realizados entre 2017 e 2018.

Em relação às áreas de expansão urbana, verificou-se um decréscimo de 15,20% em relação ao ano de 2007 quando apresentava uma extensão de 15 km². Essa redução, em 2018, para 12,72 km², corresponde a um decréscimo indicando uma diminuição de novas frentes de expansão em direção à floresta. Paralelamente ocorreu uma retração da área de expansão urbana no setor norte, motivada pelo restabelecimento de algumas áreas desmatadas e uma ampliação no sentido nordeste até às margens do igarapé Tacana, onde se observa um número incipiente de vilas e aldeamentos indígenas e instalação de estruturas ecoturísticas e áreas balneares.

5.4 A cartografia dos territórios com vulnerabilidades e riscos em Tabatinga

Seguidamente apresentamos a cartografia realizada para as quatro dimensões: a) ambiental; b) socioeconómica; c) infraestrutural e institucional; e d) individual, onde foi possível traçar, para os setores censitários, uma análise comparativa da variabilidade espacial da vulnerabilidade socioambiental no município de Tabatinga.

Espera-se que a metodologia que serviu de suporte à cartografia apresentada neste capítulo possa ser uma mais valia para as políticas de gestão territorial. A compreensão dos padrões de vulnerabilidade permite desenvolver políticas mais sustentadas de gestão de impactes socioambientais.

Considerando a dimensão ambiental, o Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA), identificou os setores censitários de contacto com o rio Solimões, como sendo as áreas mais vulneráveis do município (Figura 111). As áreas de planície fluvial foram classificadas com sendo de elevada vulnerabilidade. Estas áreas apresentam uma dinâmica mais instável considerando que são áreas onde atuam os processos erosivos e ou de deposição. Para além disso, estes espaços são fortemente ocupados pela população do município onde se verifica uso agropecuário e o desenvolvimento de grande parte das atividades socioeconómicas.

Em contraponto, os setores mais distantes da influência do Solimões, sobretudo a noroeste do município, compreendem as áreas com menor ocupação residencial ao mesmo tempo que se encontram protegidas das ocorrências de alagamentos, por possuírem altitudes mais elevadas que as resguardam de inundações e de processos erosivos vinculados à hidrodinâmica do Solimões.

Uma vez que a maior parte das habitações se localizam nas áreas com elevada vulnerabilidade ambiental, o desenvolvimento de atividade agrícola nas planícies fluviais e a ocupação residencial nessas áreas é suscetível a prejuízos económicos, considerando os eventos de cheias e inundações que limitam

o período de cultivo agrícola, sobretudo nas áreas marginais ao rio. Esses riscos ambientais afetam diretamente a vida dos residentes (ribeirinhos), os seus meios de subsistência e as suas infraestruturas (casas, ruas, portos).

Nos setores rurais com maior ocupação humana, a agricultura de subsistência é uma atividade frequente e essa condição tem elevado os níveis de ocorrência de queimadas nessas áreas, comprometendo a qualidade pedológica e empobrecendo a biodiversidade nessas áreas, colaborando para o aumento da vulnerabilidade nesses espaços.

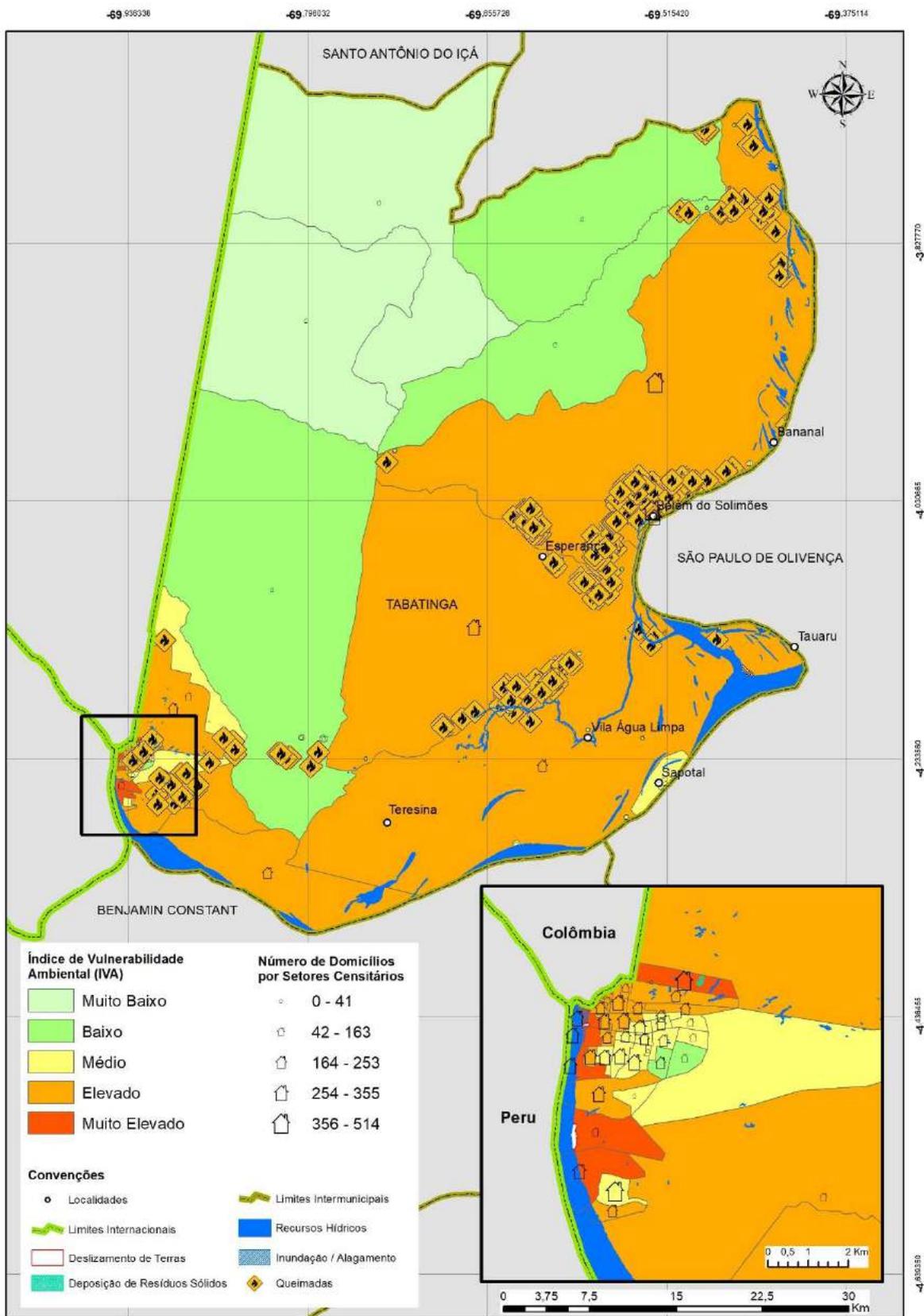
As queimadas, registadas sobretudo nas áreas com cultivo agrícola, concentram-se próximas aos aldeamentos rurais. Além de causarem impactos negativos no ambiente, com o empobrecimento do solo, colaboram para a diminuição da qualidade do ar, afetando sobretudo a saúde das crianças e dos idosos. Verificam-se maiores ocorrências de queimadas na localidade de Belém do Solimões e nas áreas adjacentes à localidade Esperança.

Considerando os setores censitários urbanos, verifica-se que o IVA é considerado baixo nos bairros Nova Esperança e Vila Paraíso, e considerado médio nos bairros circunscritos ao centro da cidade, uma vez que essas áreas estão mais afastadas da orla fluvial, embora também sejam espaços com relativa ocupação residencial (Figura 112).

A norte do núcleo urbano, o bairro Santa Rosa, apresentou vulnerabilidade ambiental muito elevada, pela presença de área de deposição de resíduos sólidos a céu aberto, o que contribui para a contaminação dos recursos hídricos e pedológicos desse setor. A grande densidade habitacional em Santa Rosa, potencializa os riscos ambientais sendo os seus residentes diretamente atingidos pela degradação dos recursos naturais, ao mesmo tempo que se expõem às doenças transmitidas pelo depósito de resíduos sólidos da cidade de Tabatinga.

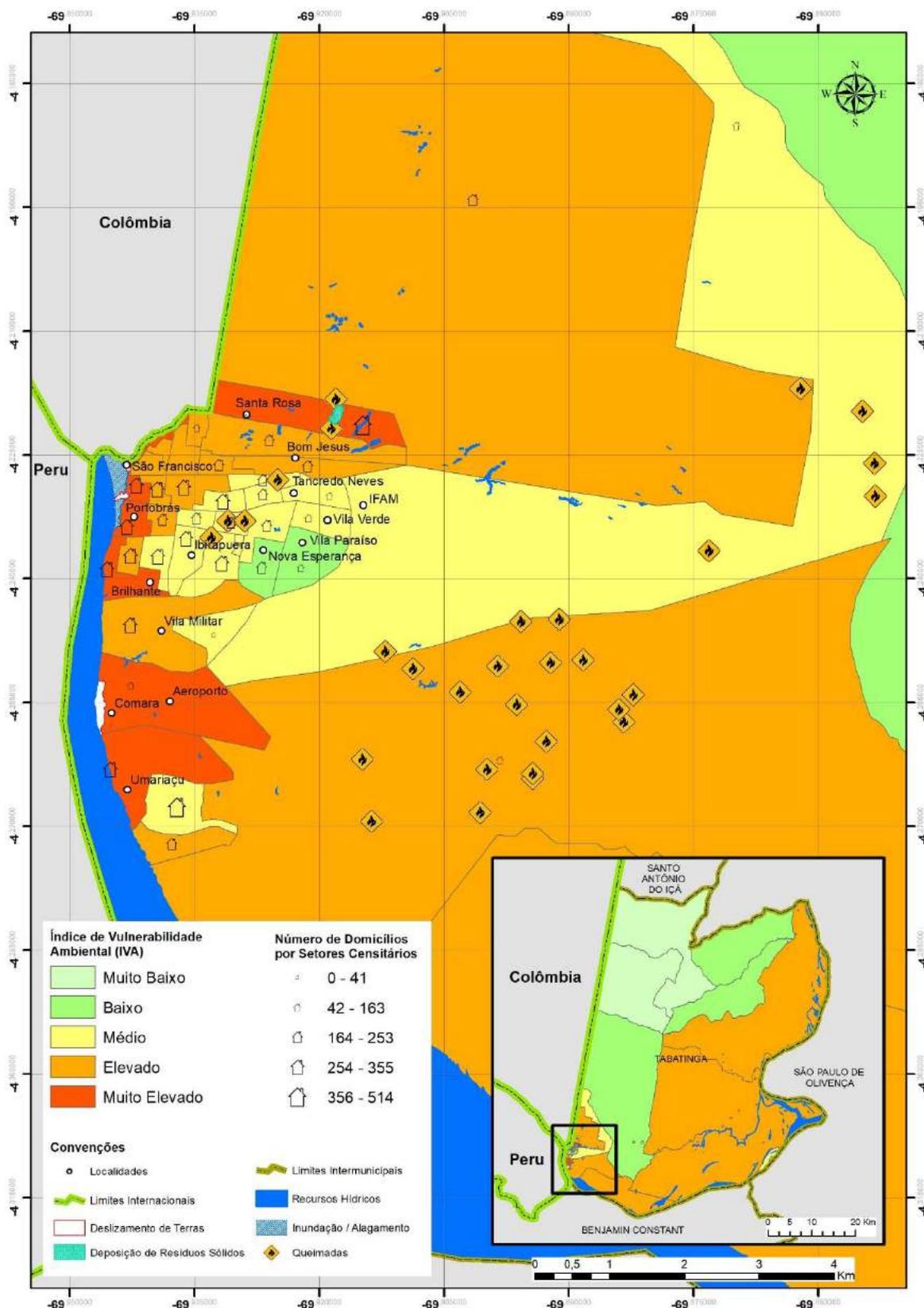
Para além da presença dos resíduos sólidos, verifica-se também em Santa Rosa a existência de atividade industrial ligada à fabricação de materiais para construção civil e à atividade de extração de argilas, que trazem como consequência o corte da cobertura vegetal e exposição do solo. Nas áreas onde ocorre a extração de argila, as escavações comprometem a estabilidade dos terrenos e facilitam a acumulação de água pluvial, originando condições ideais para a proliferação de mosquitos transmissores da dengue e da malária.

Figura 111 – Nível de Vulnerabilidade Ambiental dos setores censitários do município de Tabatinga em 2020



Fonte: Elaboração própria com base na composição do Índice de Vulnerabilidade Ambiental.

Figura 112 – Nível de Vulnerabilidade Ambiental dos setores censitários da área urbana do município de Tabatinga em 2020



Fonte: Elaboração própria com base na composição do Índice de Vulnerabilidade Ambiental.

A ocorrência de deslizamentos de terras e de áreas inundáveis ao longo da orla fluvial, elevaram o IVA dos bairros São Francisco, Portobrás, Brilhante, Comara e Umariçu ao nível mais elevado de vulnerabilidade ambiental. Esses bairros compreendem espaços com intensa atividade hidrodinâmica onde se verificam frequentes ocorrências de deslizamentos de terra, motivados pela ação erosiva do rio.

No bairro São Francisco, verificam-se constantes alagamentos que atingem mais especificamente os residentes com casas mais próximas do leito do Solimões. Destaca-se sobretudo a comunidade Vila Guadalupe e Santo António onde os prejuízos são de ordem económica para a população e constrangimentos para a atividade portuária.

Os setores onde se verificam índices muito elevados de vulnerabilidade ambiental são setores com elevado nível de concentração residencial e com habitações precárias, exceto no bairro Brilhante. Essa condição permite o aumento da pressão ocupacional exercida sobre o ambiente e sobre os seus recursos naturais, que conjuntamente com as deficiências infraestruturais, potenciam os níveis de degradação do ambiente.

Os setores dos bairros Comara e Umariçu são habitados maioritariamente por indígenas, verificando-se igualmente elevados níveis de instabilidade de vertentes, com ocorrência frequente de deslizamentos de terra, motivados pela hidrodinâmica fluvial e pelo aumento das atividades turísticas e de lazer, principalmente no bairro Comara.

Em relação à dimensão socioeconómica e à escala municipal, verifica-se que o Índice de Vulnerabilidade Socioeconómica (IVSE) apresenta uma vulnerabilidade muito baixa para a maior parte do território de Tabatinga, com exceção do seu núcleo urbano e da comunidade rural Belém do Solimões (Figura 113). Resulta do facto da maior parte dos setores censitários apresentarem baixos níveis de ocupação humana. De facto, nos espaços amazónicos as aglomerações populacionais tendem a concentrar-se próximo das áreas de influência fluvial. No caso do município de Tabatinga, a maioria dos domicílios está localizado nos espaços marginais do rio Solimões e dos seus afluentes principais.

No espaço rural, a localidade de Belém do Solimões é ocupada maioritariamente por população indígena e apresenta um IVSE muito elevado. A explicação pode resultar do facto das famílias apresentarem um elevado número de dependentes (crianças e idosos) e predominar um baixo nível de instrução, um baixo rendimento mensal culminando no facto da maioria das estruturas residenciais não possuírem casas de banho. Belém do Solimões apresenta a segunda pior posição no quantitativo de residências sem casa de banho.

Nos setores censitários urbanos verifica-se que o IVSE é muito baixo na Vila Militar e baixo na área da Comara (Figura 114). As condições de menor vulnerabilidade socioeconómica desses espaços refletem as boas condições socioeconómicas, designadamente com mais elevados níveis de instrução, de rendimento e composição familiar dos militares residentes em Tabatinga. Esses bairros são compostos exclusivamente por residentes vinculados às forças armadas brasileira e essa característica determina melhores condições socioeconómicas desses setores.

Apesar da proximidade, nota-se uma grande discrepância no IVSE entre o bairro dos militares e o bairro dos indígenas no Umariáçu, observando-se, neste último, um IVSE muito elevado. Nas localidades com elevada concentração de famílias indígenas, observam-se baixos níveis de instrução e de rendimento *per capita*, associados às famílias numerosas. Essa configuração assemelha-se à observada em Belém do Solimões, que também apresentou elevados níveis de vulnerabilidade socioeconómica.

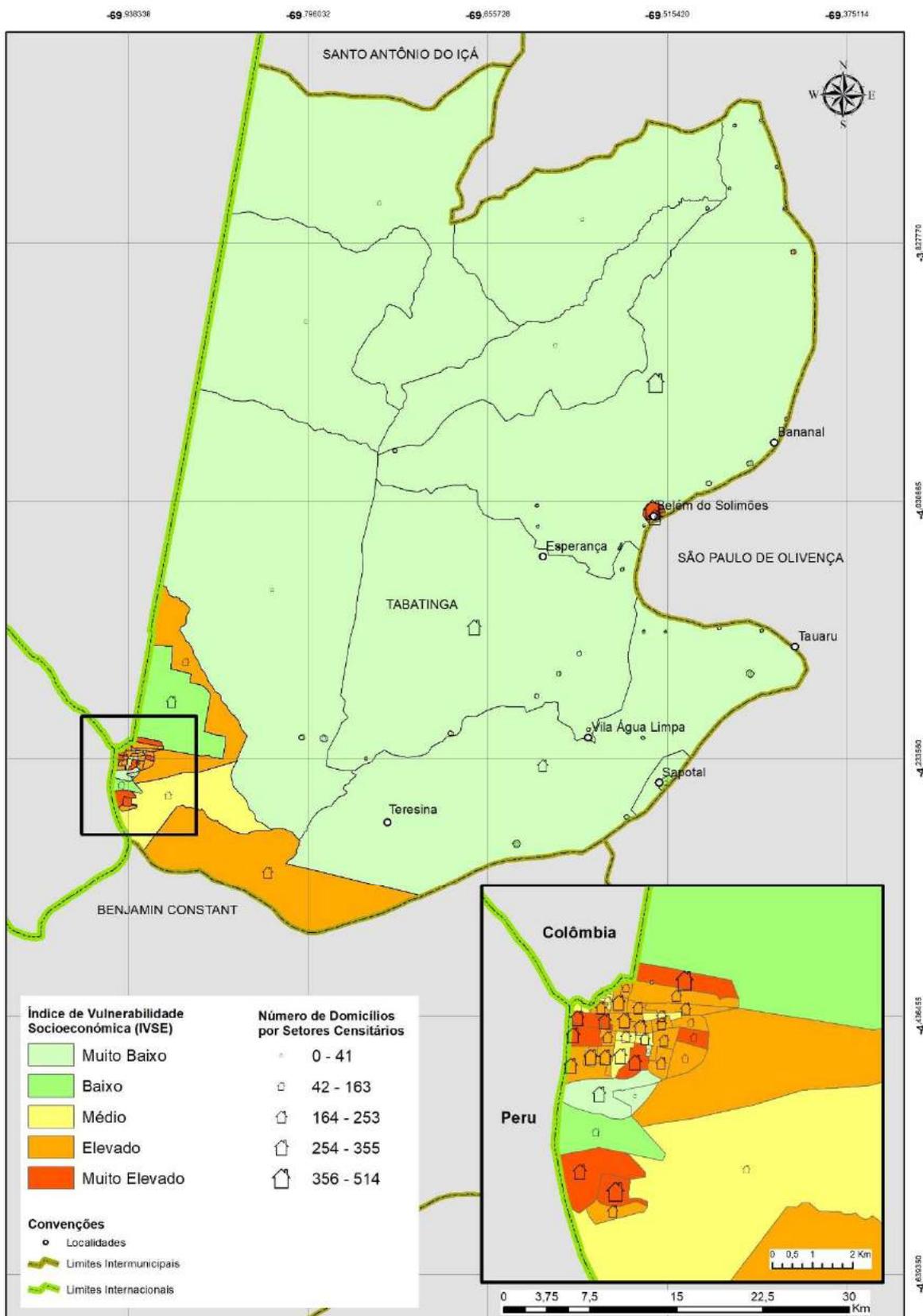
Nos bairros do centro verificam-se níveis médios de vulnerabilidade socioeconómica, justificados pela presença concomitante de famílias com poder económico e outras com níveis intermédios de rendimento. À medida que aumenta a distância dos bairros centrais, nota-se um aumento do IVSE.

Nas áreas periféricas da cidade, onde se observa uma maior concentração residencial, os maiores aglomerados residenciais (Santa Rosa, Vila Verde, Portobrás e Dom Pedro I) destacam-se dos demais por apresentarem maiores níveis de vulnerabilidade socioeconómica.

No bairro Santa Rosa ocorrem as maiores percentagens de indivíduos com 0 a 14 anos e de 65 e mais anos, registando o maior número de domicílios com ocupação acima de 10 pessoas, além de possuir o maior número de residências onde o chefe de família possui idade acima dos 65 anos.

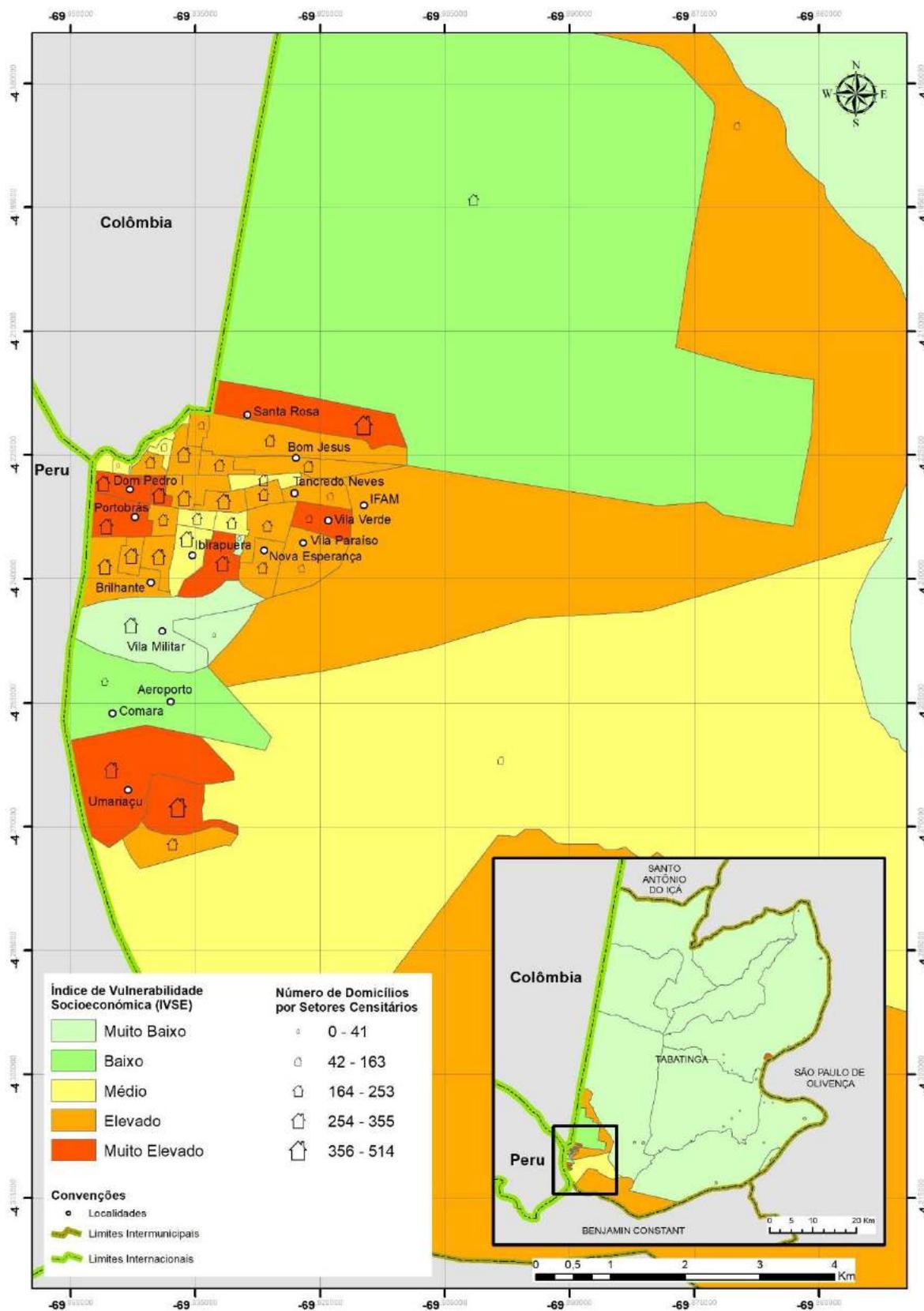
No bairro Ibirapuera, observou-se o maior quantitativo de residências com mulheres que são chefe de família, menores de 19 anos e sem ensino fundamental completo. Por seu turno, no bairro Portobrás e no bairro Dom Pedro I observou-se o maior quantitativo de domicílios improvisados, construídos com materiais recicláveis, sem nenhuma infraestrutura sanitária e destituídos de casas de banho. Esses indicadores conduziram essas áreas a um IVSE muito elevado.

Figura 113 – Nível de Vulnerabilidade Socioeconômica dos setores censitários do município de Tabatinga em 2020



Fonte: Elaboração própria com base na composição do Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica.

Figura 114 – Níveis de Vulnerabilidade Socioeconômica dos setores censitários da área urbana do município de Tabatinga em 2020



Fonte: Elaboração própria com base na composição do Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica.

O Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional (IVII) caracteriza os setores mais carentes em relação às infraestruturas urbanas e aos serviços públicos, bem como a ocorrência de organizações e ou associações civis, com vista à representação popular e à participação comunitária.

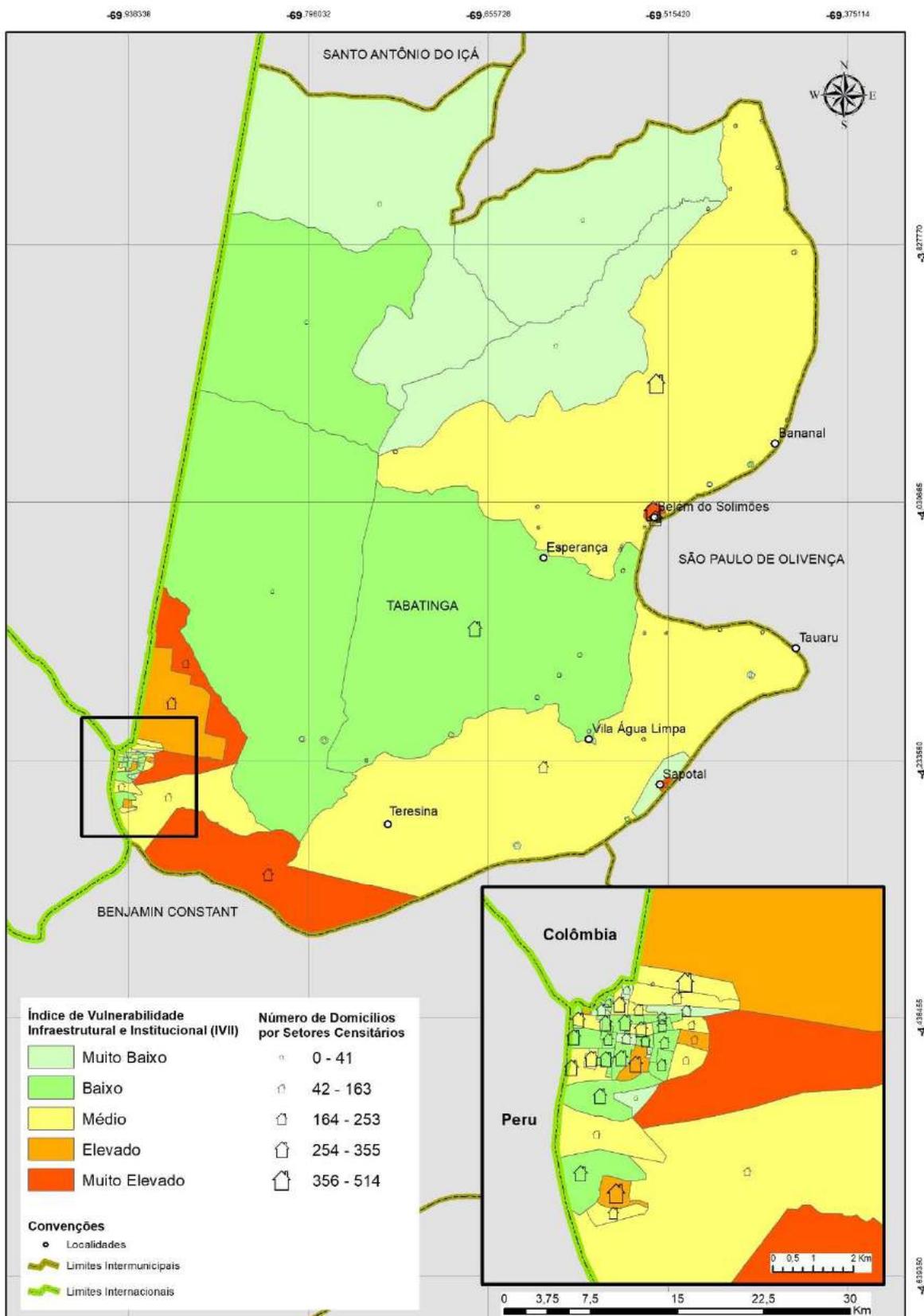
O IVII muito elevado ocorre nas localidades de Belém do Solimões e Sapotal, além das áreas periféricas ao núcleo urbano de Tabatinga (Figura 115). Nesses espaços a ocupação residencial é caracterizada por famílias indígenas com poucas ou quase nenhuma infraestruturas de serviços básicos. Isto evidencia mais uma vez o padrão centro-periferia, onde as áreas mais centrais são assistidas com serviços públicos e infraestruturas urbanas, enquanto que as áreas periféricas e distantes convivem com a falta de assistência pública e são afetadas pelas precárias condições de acesso à água potável, energia elétrica e saneamento. Por isso, o núcleo urbano apresenta menores níveis de vulnerabilidade infraestrutural (Figura 116). Na cidade, a maioria dos setores censitários apresentam-se com um IVII de baixo a médio, com exceção dos bairros Vila Verde, Ibirapuera, São Francisco e Umariçu II que apresentaram um IVII elevado. Estes bairros destacam-se pela ocupação densa e sem planejamento, constituídos por famílias em condições económicas precárias, o que limita o acesso aos serviços.

O bairro Umariçu II, embora esteja localizado numa área suburbana, destacou-se por ser a área onde existe o maior número de domicílios sem serviço de recolha de resíduos sólidos e sem saneamento básico, onde os efluentes domésticos são lançados em valas ou diretamente nos recursos hídricos. As maiores limitações no acesso à rede elétrica ocorreram no setor adjacente ao núcleo urbano a norte da cidade, na localidade de Urumutum. Concomitantemente, as maiores limitações de acesso ao serviço de abastecimento de água ocorreram nos bairros Vila Verde e Ibirapuera, onde a maioria dos domicílios obtém água a partir de poços, chuva ou recolha direta da rede de drenagem.

Para além destas constatações, existe uma concentração maior de domicílios coletivos nas áreas da periferia, ao mesmo tempo que as maiores dificuldades para a mobilidade urbana também se concentraram nesses espaços.

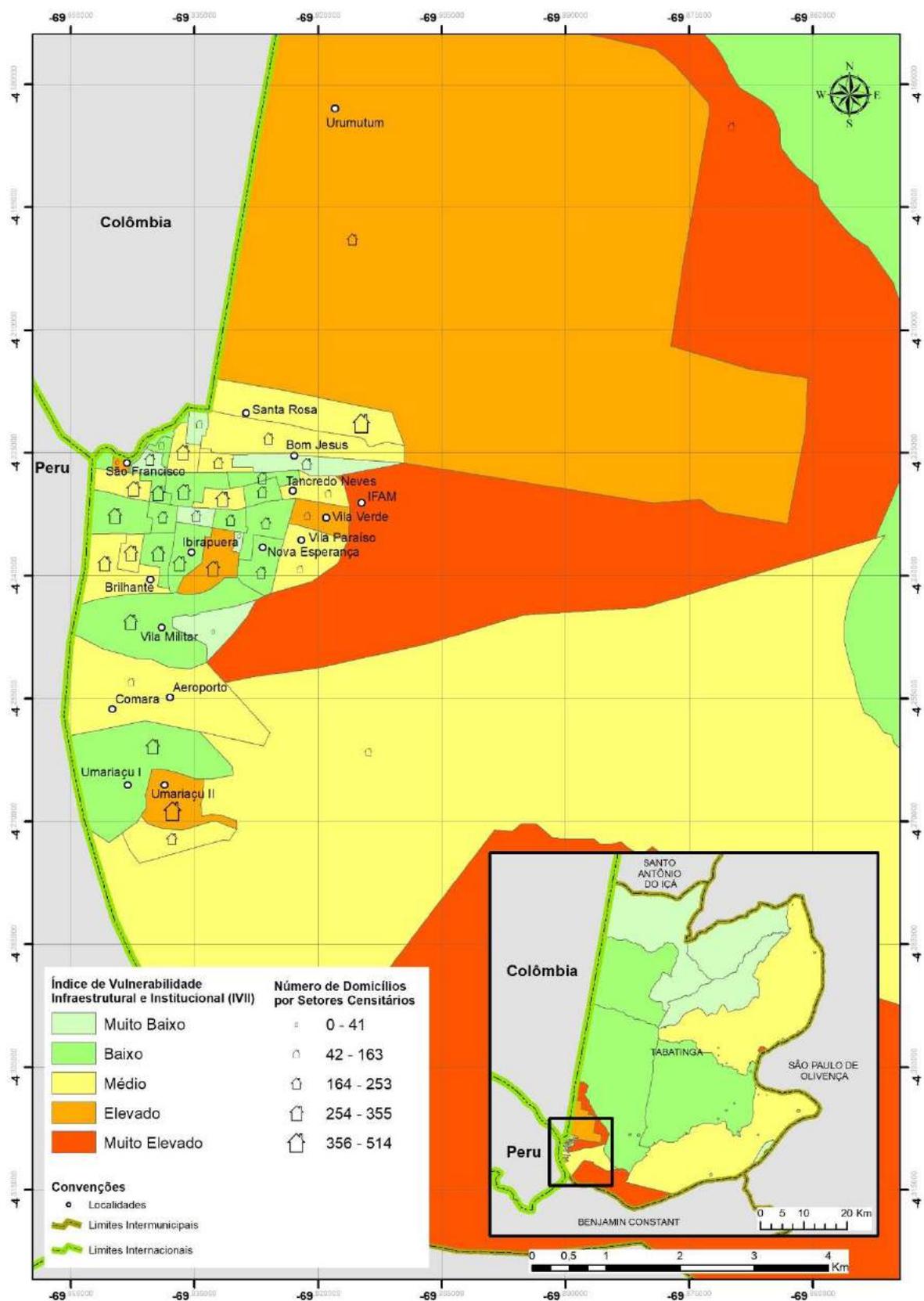
À medida que os domicílios se distanciam do centro urbano e comercial aumentam as dificuldades na mobilidade, como consequência do muito mau estado de conservação das vias ou devido à inexistência de estradas que permitam o acesso aos bairros mais suburbanos, como é o caso do Urumutum, onde no período das chuvas, é quase impossível o tráfego nesse setor. As comunidades indígenas mais distantes da sede do município apenas podem deslocar-se através das hidrovias usando o rio e os seus afluentes. As deslocações são assim muito lentas e perigosas devido às difíceis condições de navegabilidade e à falta de segurança das embarcações.

Figura 115 – Níveis de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional dos setores censitários do município de Tabatinga em 2020



Fonte: Elaboração própria com base na composição do Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional.

Figura 116 – Níveis de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional dos setores censitários da área urbana do município de Tabatinga em 2020



Fonte: Elaboração própria com base na composição do Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional.

Considerando o Índice de Vulnerabilidade Individual (IVI) observa-se que é muito elevado nas localidades de Belém do Solimões, Umariçu I e Umariçu II e elevado na localidade de Sapotal (Figura 117). Os setores que compõem estas localidades apresentam majoritariamente população indígena que, na realidade amazônica, representam grupos com baixos níveis de instrução formal e com barreiras étnico-culturais que afetam negativamente o desenvolvimento socioambiental e o apoio de políticas públicas a essas populações. Esses grupos também possuem uma barreira linguística, que dificulta a interação com a cidade de Tabatinga, no comércio, no acesso a cuidados de saúde e assistência social e na participação em programas governamentais. A Fundação Nacional do Índio (Funai) tem sido facilitadora do desenvolvimento de políticas de assistência, proteção e acompanhamento desses grupos étnicos.

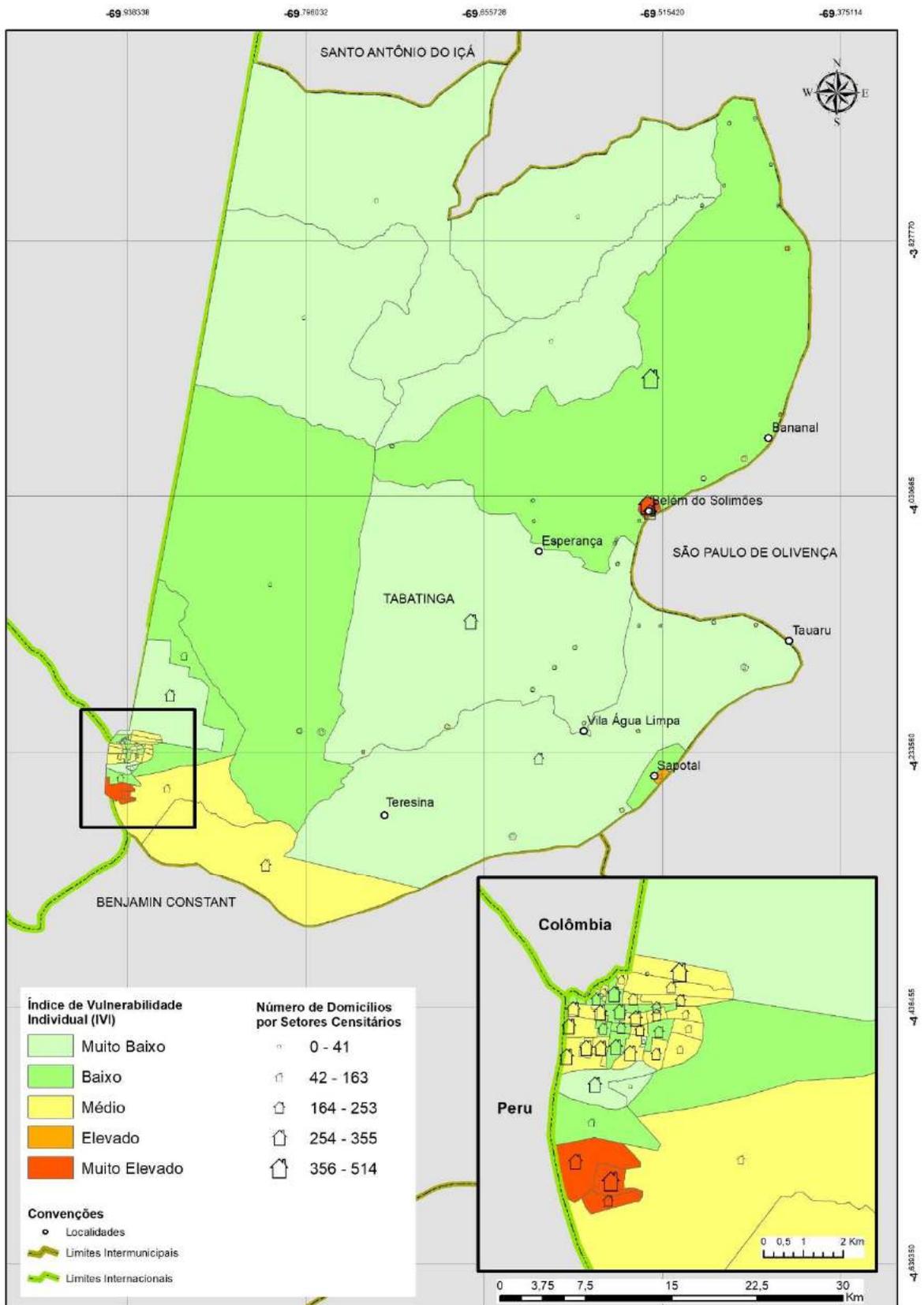
Considerando os setores censitários urbanos (Figura 118), observa-se que a maior parcela dos setores apresenta um nível médio para o IVI. Os bairros periféricos e aqueles próximos ao rio Solimões (Santa Rosa, Bom Jesus, Tancredo Neves, Vila Verde, Vila Paraíso, Nova Esperança, Ibirapuera, GM3, Portobrás e Dom Pedro I) apresentam-se como mais vulneráveis do que os bairros mais centrais.

A Vila Militar é a que apresenta uma menor vulnerabilidade individual (muito baixa). Os residentes estão mais resguardados das vulnerabilidades ambientais e possuem uma maior capacidade de mitigação ou resiliência a fenômenos críticos, devido ao seu maior rendimento e acesso à informação. Repete-se, novamente, o contraste de vulnerabilidade existente entre os setores dos bairros indígenas Umariçu I e Umariçu II e o bairro dos militares (Vila Militar), apesar da proximidade espacial entre esses setores.

A norte da cidade, os bairros Santa Rosa e Bom Jesus, embora tenham sido classificados com um IVI médio, correspondem ao segundo maior quantitativo de residentes não alfabetizados. Nesse contexto, observou-se ainda menores níveis de risco justamente nos bairros periféricos e adjacentes à orla do Solimões. Os baixos níveis de instrução, e a banalização dos riscos colaboram para que os residentes dessas áreas tenham dificuldades na observação do ambiente e conseqüentemente na baixa percepção dos riscos. Envolvidos num contexto de extrema carência e vulnerabilidade social, os riscos ambientais tornam-se elementos de menor importância na hierarquia de prioridades de sobrevivência das famílias mais pobres.

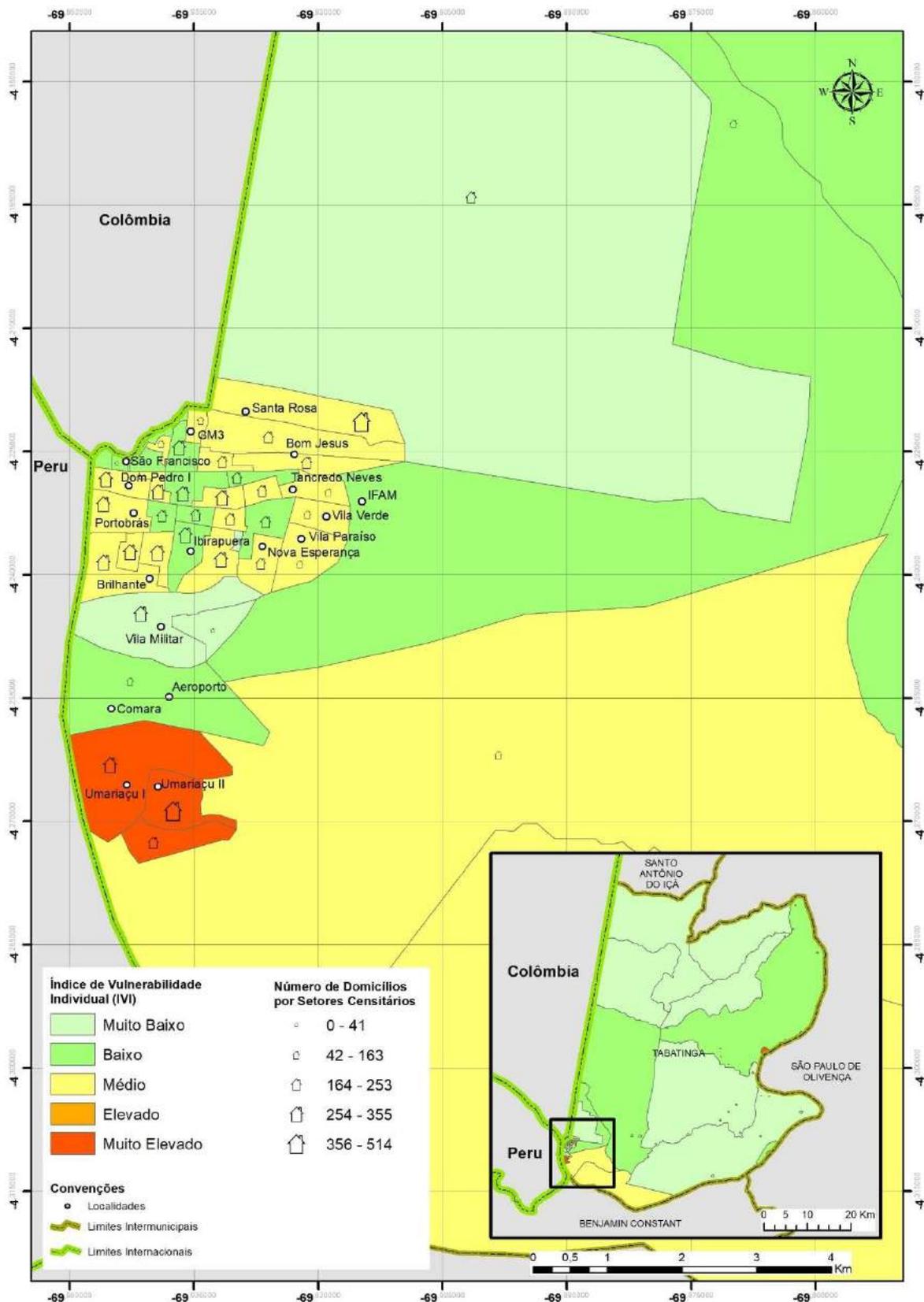
Para além desses aspectos, a violência, a criminalidade e o uso de psicotrópicos, frequentes nesses espaços, determinam uma elevação dos níveis de vulnerabilidade individual não apenas dos residentes desses setores, mas também da população urbana de Tabatinga como um todo.

Figura 117 – Nível de Vulnerabilidade Individual dos setores censitários do município de Tabatinga em 2020



Fonte: Elaboração própria com base na composição do Índice de Vulnerabilidade Individual.

Figura 118 – Nível de Vulnerabilidade Individual dos setores censitários da área urbana do município de Tabatinga em 2020



Fonte: Elaboração própria com base na composição do Índice de Vulnerabilidade Individual.

A conjunção da cartografia dos territórios vulneráveis, culminou com um mapa síntese consolidado a partir da álgebra de mapas para integrar as quatro dimensões avaliadas para o município de Tabatinga. O Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) foi efetuado a partir da média aritmética dos índices calculados para cada dimensão $[IVSA = (IVA + IVSE + IVII + IVI) / 4]$. A vulnerabilidade socioambiental definida para cada setor censitário do município de Tabatinga evidenciou as áreas de ocupação indígena como sendo as áreas com maior vulnerabilidade socioambiental (muito elevada) (Figura 119).

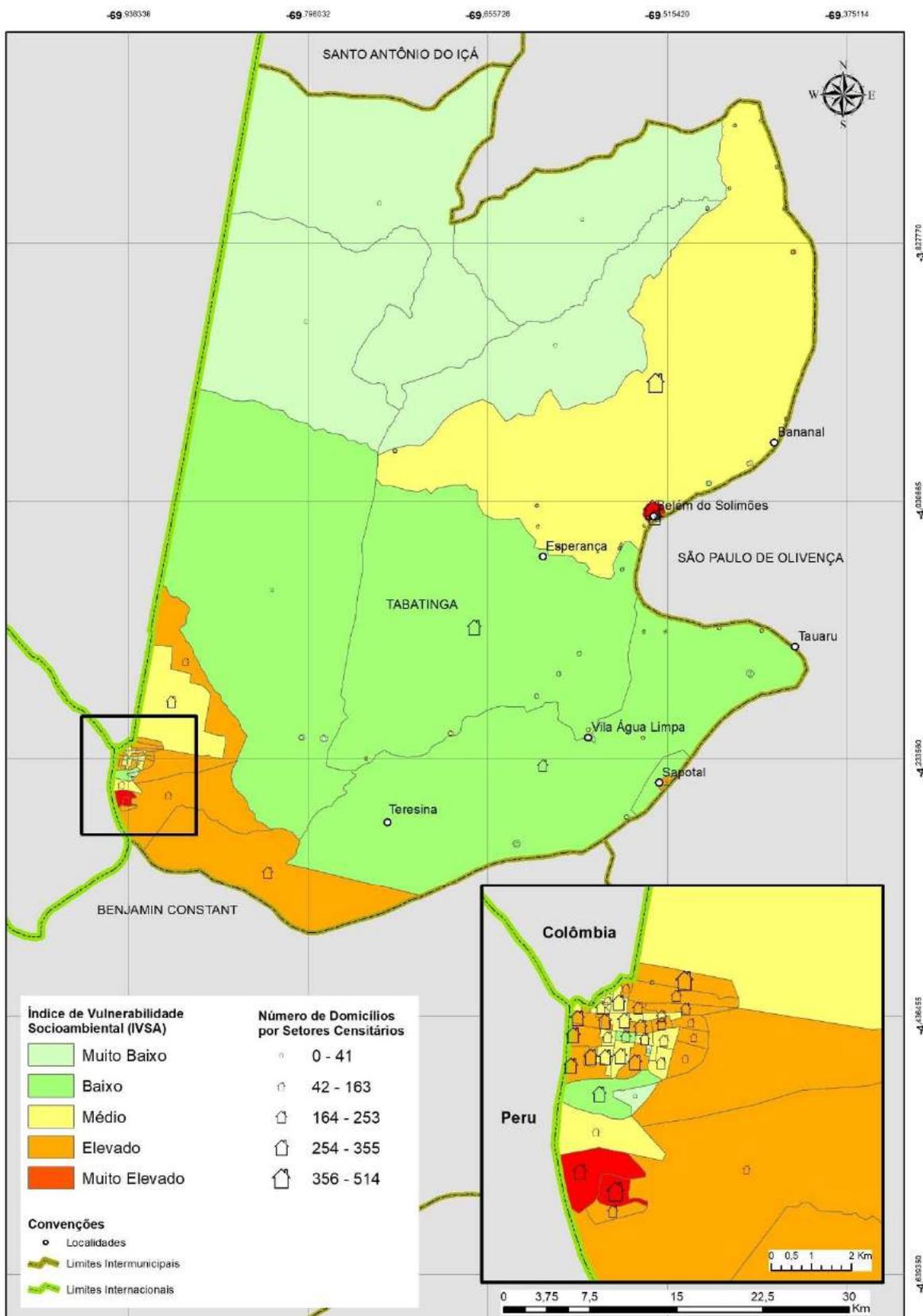
Belém do Solimões, Umariçu I e Umariçu II assumem-se como os territórios onde a dimensão socioeconômica e a individual, apresentaram indicadores com níveis muito críticos, face aos demais setores do município. Embora os indicadores da dimensão ambiental tenham apontado um padrão de médio a elevado, as restantes dimensões (socioeconômica, infraestrutural e individual) contribuíram negativamente para que o IVSA fosse muito elevado. Considerando as condições étnicas e as barreiras linguísticas das comunidades indígenas, esses elementos também contribuíram para a elevação da vulnerabilidade socioambiental nesses espaços.

Constatou-se ainda que o noroeste do município apresentou o menor nível de vulnerabilidade socioambiental (IVSA muito baixo), visto constituir um território mais resguardado sob o ponto de vista das hidrodinâmicas e pela baixa ocupação humana. Os setores correspondentes às comunidades rurais Esperança, Vila Água Limpa e Teresina, apresentam níveis baixos de vulnerabilidade socioambiental. Nestes espaços existem aldeamentos e povoados isolados, com baixa densidade ocupacional.

No nordeste do município os setores apresentaram um IVSA médio com exceção das comunidades Belém do Solimões e Bananal, que tiveram um IVSA muito elevado. Nesses setores a dimensão ambiental foi a que deu um maior contributo na composição do IVSA, considerando as fragilidades ambientais ligadas aos processos erosivos e de inundações a que essas comunidades estão sujeitas.

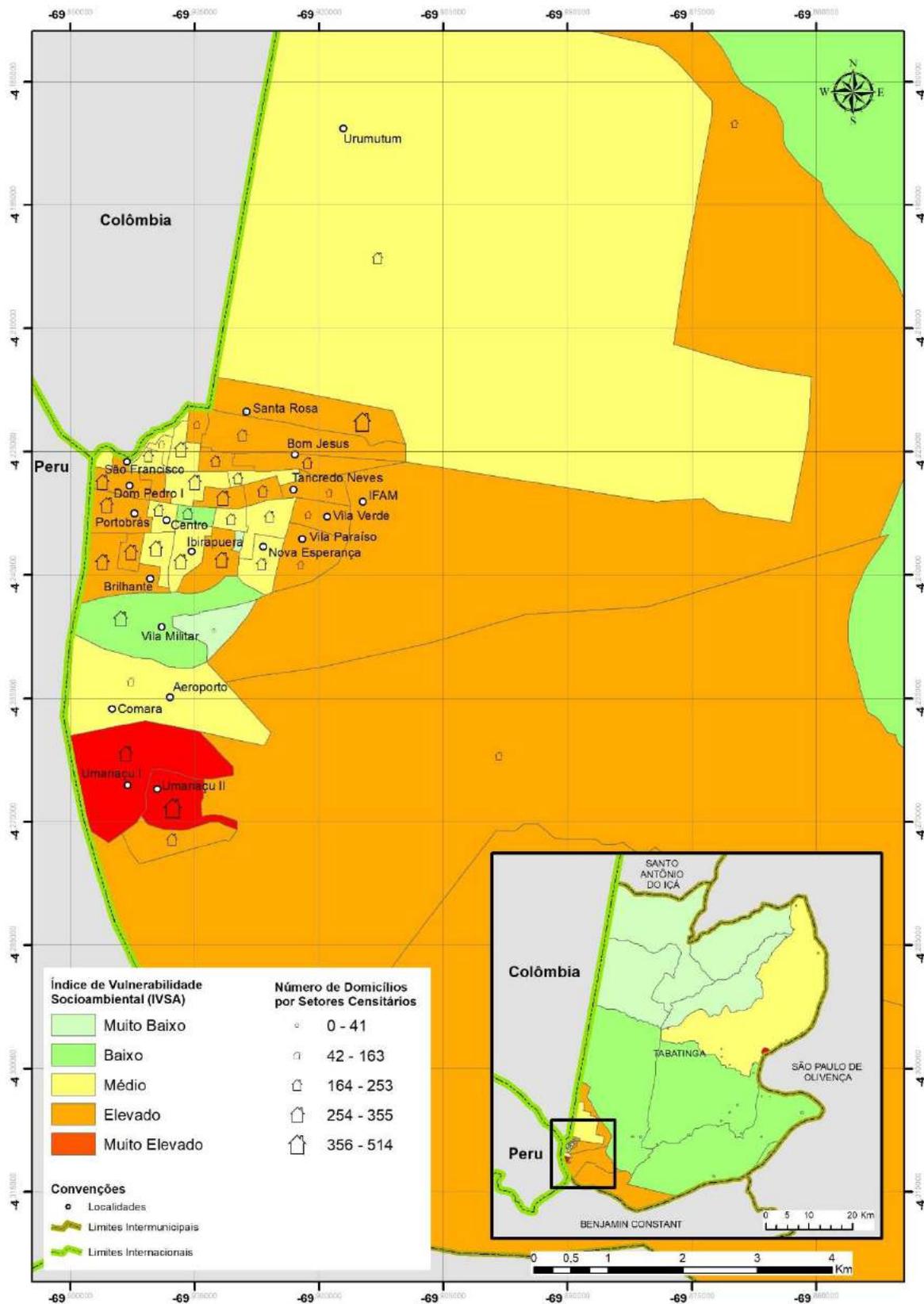
Ao considerar-se os setores urbanos e suburbanos, observa-se, a partir da Figura 120, que as áreas correspondentes a Vila Militar e ao Centro correspondem aos menores níveis de vulnerabilidade socioambiental (muito baixa e baixa). Os setores vizinhos do centro apresentaram maioritariamente o IVSA médio, tendência seguida também nas áreas da Comara, Aeroporto e Urumutum.

Figura 119 – Nível de Vulnerabilidade Socioambiental dos setores censitários do município de Tabatinga em 2020



Fonte: Elaboração própria com base na composição do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.

Figura 120 – Nível de Vulnerabilidade Socioambiental dos setores censitários da área urbana do município de Tabatinga em 2020



Fonte: Elaboração própria com base na composição do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.

A vulnerabilidade socioambiental elevada ocorre em quase a totalidade dos setores nas áreas de influência fluvial do Solimões. No bairro São Francisco contribuíram para o aumento do IVSA, as dimensões ambientais e infraestrutural, considerando os eventos de inundações, num contexto de ausência de infraestruturas urbanas, as precárias condições de habitação dos residentes e os elevados níveis de poluição hídrica e pedológica. No bairro Dom Pedro I e Portobrás as dimensões ambiental e socioeconómica colaboraram para elevar o IVSA, num contexto em que se verifica a coexistência de impactes ambientais e pobreza.

Ainda com o IVSA elevado, destacou-se na área norte da cidade, os bairros Santa Rosa e Bom Jesus, sendo a dimensão socioeconómica como a de maior contributo na composição do IVSA. Os bairros Tancredo Neves, Vila Verde e Vila Paraíso seguem a mesma tendência, nas áreas periféricas a leste.

Em síntese, observa-se que os maiores Índices de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) se encontram nos bairros São Francisco, Dom Pedro I e Portobrás. Em relação ao Índice de Vulnerabilidade Socioeconómica (IVSE) destacaram-se os bairros Umariáçu I, Umariáçu II e Dom Pedro I. Considerando o Índice de Vulnerabilidade Infraestrutural e Institucional (IVII) sobressaíram os bairros Umariáçu II e Vila Paraíso. Por último, no Índice de Vulnerabilidade Individual (IVI), os bairros indígenas Umariáçu I e Umariáçu II, demonstraram os valores mais elevados.

Considerando os cinco níveis de vulnerabilidade socioambiental observou-se que mais de metade da população (50,54%) concentra-se em áreas com IVSA elevado. Nessas áreas existem 42% dos domicílios onde se concentra a maior média de moradores por domicílios (5,70) (Quadro 32).

Globalmente os territórios inseridos em espaços com IVSA elevado ou muito elevado é responsável por albergar cerca de 65% da população. Em termos de estrutura etária destaca-se a população essencialmente mais jovem, designadamente com crianças entre 1 e 10 anos. Em relação ao grupo étnico, observou-se uma preponderância dos indígenas nas áreas com IVSA elevado a muito elevado. Relativamente aos territórios classificados com índice muito baixo observa-se que apenas 1% da população reside nestes espaços sendo a população maioritária com idade compreendida entre os 16 e os 20 anos.

Quadro 32 – Caracterização do IVSA segundo indicadores populacionais e residenciais

IVSA	População Residente		Número de Domicílios		Média de Moradores por domicílios	Grupo Etário Preponderante	Grupo Étnico Preponderante
	Nº	%	Nº	%	Nº	Classe	Classe
Muito baixo	549	1,04	103	0,93	5,33	Jovens (16 a 20 anos)	Indígena
Baixo	3.047	5,83	1.108	9,97	2,75	Crianças (1 a 10 anos)	Pardo
Médio	14.587	27,91	3.849	34,64	3,78	Crianças (1 a 10 anos)	Pardo
Elevado	26.418	50,54	4.627	41,64	5,70	Crianças (1 a 10 anos)	Indígena
Muito elevado	7.671	14,68	1.424	12,82	5,38	Crianças (1 a 5 anos)	Indígena
Total	52.272	100	11.111	100	4,70	-	-

Fonte: Elaboração própria com base na composição do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.

De facto, atendendo aos resultados síntese é possível constatar que com a abordagem adotada é possível obter uma perceção mais realista e fundamentada da ocupação dos territórios mais vulneráveis. Em termos de planeamento estes resultados permitirão definir medidas mitigadoras do risco populacional e ao mesmo tempo desenvolver novas abordagens que permitam condicionar a ocupação do território em função do risco que apresenta.

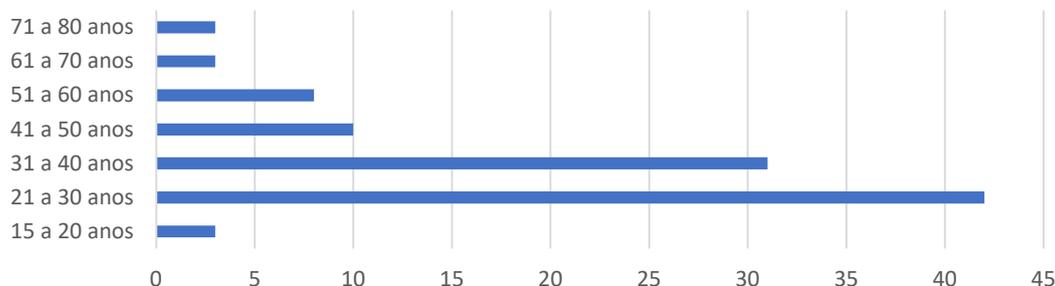
5.5 As condições socioambientais dos residentes das áreas de risco

O nível de vulnerabilidade socioeconómica da população influencia diretamente e de forma diferente, nos tipos de ocupação do solo, no uso dos espaços de risco e na perceção dos perigos. A população conta com as potencialidades oferecidas pelos recursos naturais e desenvolvem as suas atividades a partir da sua utilização, garantindo sua própria sobrevivência.

Para compreendermos o perfil socioeconómico dos residentes, as suas perceções sobre os ambientes de risco e os seus anseios no que diz respeito à sua habitação, realizou-se um inquérito por questionário autoadministrado em 2018, composto por 19 questões e agrupadas em 5 grupos temáticos. Entre o total dos 100 inquiridos, a maioria possuía idade entre 21 e 30 anos evidenciando uma população adulta e economicamente ativa (Figura 121). Embora entre os inquiridos se tenha verificado a ocorrência de pessoas com idade superior a 60 anos cerca de $\frac{3}{4}$ dos inquiridos enquadravam-se entre os 21 e os 40 anos de idade. As percentagens destes grupos etários são similares às encontradas no universo, ou seja,

na população residente no município de Tabatinga. De acordo com o Censo Demográfico de 2010, 47% da população do município possuía faixa etária entre 20 e 64 anos.

Figura 121 – Grupo etário dos inquiridos em 2018



Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos no inquérito realizado aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

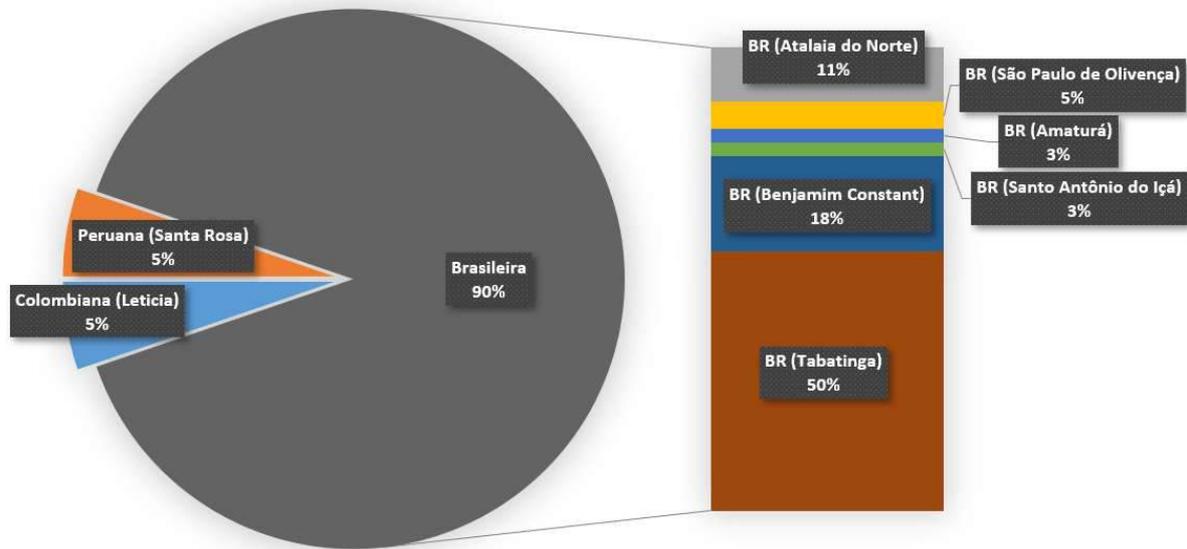
Entre os inquiridos 61% era do sexo feminino. O desequilíbrio entre sexos justifica-se pela ausência dos chefes de família quando eram realizados os inquéritos nas residências. Também revela que a parcela feminina se encontrava, na sua maioria, a desempenhar funções domésticas cuidando dos filhos e, conseqüentemente, excluídas do mercado de trabalho.

Cerca de 10% dos inquiridos era de nacionalidade estrangeira (5% colombianos e 5% peruanos) (Figura 122). Compreende-se esse cenário pela condição do município de Tabatinga pertencer a uma área de tripla fronteira, embora esse dado evidencie o descontrolo na fronteira sobre o fluxo de imigrantes que residem ilegalmente no município, ocupando áreas sem infraestruturas. As políticas de inclusão social desses países revelam-se muito incipientes e este facto determina a preferência de pessoas estrangeiras em estado de carência socioeconómica para emigrarem para o Brasil. Estes procuram a sua inclusão nos programas do governo federal e nas políticas de saúde pública e educação estendidas também aos estrangeiros.

Dos 90% de inquiridos de nacionalidade brasileira metade eram indivíduos naturais de Tabatinga, compondo, portanto, a maior parcela dos residentes nas áreas de risco investigadas. Um segundo grupo importante era natural de Benjamim Constant, município limítrofe a Tabatinga. Destacaram-se ainda os indivíduos provenientes dos municípios de Atalaia do Norte (11%), São Paulo de Olivença (5%), Santo Antônio do Içá e Amaturá, cada um com 3%. Estes municípios, contíguos a Tabatinga, pertencem à microrregião do Alto Solimões justificando os fluxos em razão da proximidade territorial. Outro aspeto a considerar são as características urbanas desses municípios que se apresentam com muito poucas ou

quase nenhuma infraestrutura urbana. Por esse facto a disponibilidade de serviços públicos e relativo desenvolvimento urbano de Tabatinga permite-lhe assumir o papel de centro em toda a microrregião do Alto Solimões. Uma das consequências desses fluxos é o agravamento das condições de habitação em Tabatinga, designadamente as fixadas em ambientes de risco.

Figura 122 – Nacionalidade e naturalidade dos inquiridos



Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

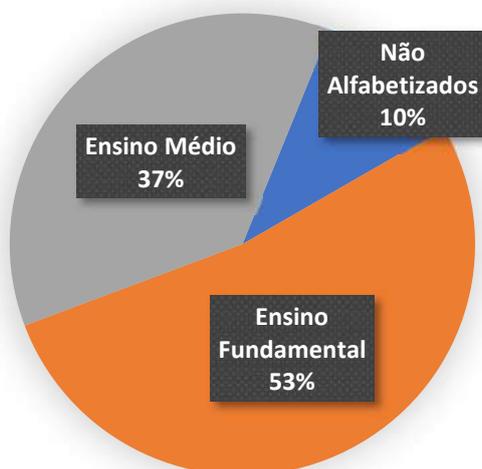
Os inquiridos revelaram-se maioritariamente não indígenas (61%). Essa informação sobre a condição étnica, demonstra que a ocupação dos espaços de risco é na grande maioria feita por indivíduos inseridos socioculturalmente no estilo de vida urbano e dependente das relações económicas da cidade.

Apesar do município de Tabatinga estar inserido numa região com maior concentração de indígenas na Amazônia e agregar a maior diversidade étnica de populações isoladas, o inquérito revelou que apenas 39% dos inquiridos declararam ser indígenas. Apenas uma minoria de indígenas colabora, no entanto, para a formação desses espaços de exclusão e de risco. Os povos indígenas, isolados ou “civilizados” nos seus espaços de origem, preferem o distanciamento dos espaços urbanizados e das dinâmicas complexas da cidade. O seu estilo de vida inserido na floresta e os seus modos de produção são diferentes dos praticados nos espaços urbanos. Essa condição justifica a sua pequena participação na produção dos espaços de risco.

Ao considerar-se o nível de instrução observa-se que a maior parcela apresentava baixa escolaridade, com predominância do ensino fundamental, que corresponde a 9 anos de escolaridade (53%) e 10%

revelaram não saber ler ou escrever seguindo igualmente a tendência observada no total da população (Figura 123). Este indicador é importante para a inclusão social, por facilitar a inserção no mercado de trabalho e consequentemente melhores condições económicas.

Figura 123 – Nível de instrução dos inquiridos



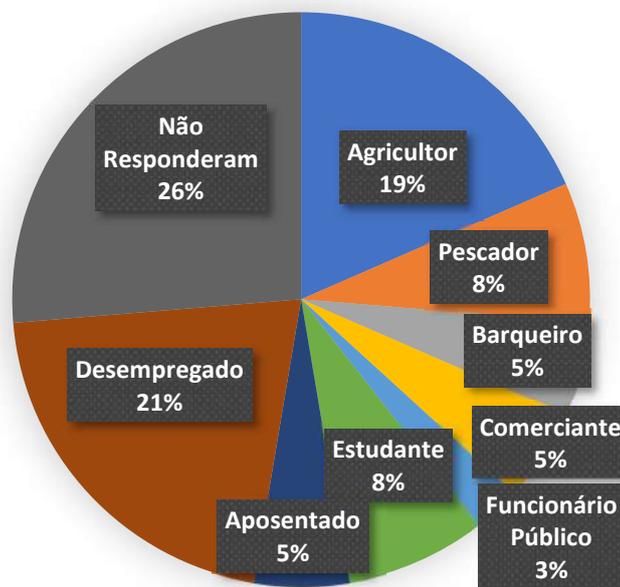
Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

Ao possuir baixos níveis de instrução a população que habita as áreas de risco enfrenta maiores barreiras para a resolução de problemas e, ao mesmo tempo, determina a permanência de habitações nessas áreas. Sem o apoio dos gestores e governos na minimização da sua vulnerabilidade social e na diminuição das disparidades económicas é quase impossível que esses grupos mudem os seus espaços de habitação, vislumbrando residências com melhores condições sanitárias e de outro tipo de infraestruturas. O baixo nível de instrução também colabora para os baixos níveis de perceção dos riscos. Mesmo cientes dos casos de agressão ao ambiente e dos impactes negativos que causam, devido à sua situação habitacional precária, uma parcela dos residentes banaliza a realidade social, tendo uma visão insensível diante dos processos de degradação das áreas de risco. Ao responderem sobre a ocorrência de problemas ambientais, 15% dos inquiridos responderam não haver nenhum problema ambiental. A frequência de bares também ajuda a potencializar as condições de vulnerabilidade dos residentes com tendência ao uso de bebidas alcoólicas e drogas ilícitas, podendo alterar as suas perceções diante dos riscos (Vinagre e Lima, 2006; Lima, 1998).

No que diz respeito às profissões dos residentes a quase totalidade dos inquiridos possuía uma profissão informal ou estavam desempregados. As profissões mais citadas nos inquéritos foram as de agricultor

(19%), pescador (8%), barqueiro (5%) e comerciante (5%). Entre os inquiridos observou-se também funcionários públicos (3%), estudantes (8%) e aposentados (5%). Os desempregados perfaziam uma parcela de 21% e 26% dos inquiridos preferiu não responder a essa parte do questionário (Figura 124).

Figura 124 – Profissão dos inquiridos



Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

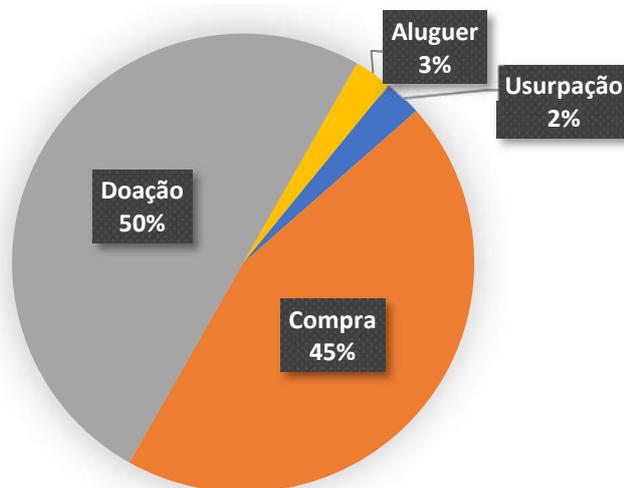
O rio Solimões é responsável por várias atividades devido à sua dinâmica no comércio e transporte de pessoas ou mercadorias e atividades ligadas à pesca, extração ou agricultura nos espaços de solos férteis das planícies. Considerando que as áreas de risco se localizam nas planícies fluviais, as populações que nelas vivem trabalham maioritariamente nessas atividades. Nesse contexto, as condições do potencial ecológico local e as limitações socioeconómicas desses residentes direcionam as suas ocupações de acordo com as oportunidades de trabalho que surgem. A premissa de que parte dos indivíduos que ocupam essas áreas é proveniente de municípios circunvizinhos que procuram melhores condições de trabalho e acesso à educação confirma-se na percentagem de estudantes (8%) que residem nesses espaços. Também se confirma na parcela referente aos comerciantes (5%), que trabalham na rua como vendedores ambulantes ou em pequenas bancas de madeira disponibilizando produtos alimentícios ou produtos de baixo custo importados do Perú. Uma outra parcela corresponde a um grupo ainda mais vulnerável, o dos idosos e desempregados, e daqueles que se abstiveram de responder, talvez pela

vergonha e medo em declarar a sua ocupação em atividades ilícitas, que podem refletir os elevados índices de criminalidade no município.

Os ambientes de risco são normalmente vistos pela população em vulnerabilidade socioeconômica como espaços disponíveis à ocupação residencial. O estabelecimento de habitações nesses espaços acaba por seguir uma lógica econômica onde, pelas limitações financeiras, as famílias de baixos rendimentos passam a ocupar estas áreas, estabelecendo aí as suas habitações. Os excluídos do mercado imobiliário e aqueles que não estão incluídos nas poucas políticas públicas de habitação acabam por ocupar áreas ambientalmente frágeis (margens de córregos e igarapés, encostas deslizantes e várzeas inundáveis). A facilidade em ocupar essas áreas deve-se às baixas condições econômicas dos residentes e ao potencial do comércio de pequeno porte no entorno da área portuária.

A forma como os indivíduos localizaram as suas habitações nas áreas de risco revela que metade dos inquiridos obteve por doação (50%), enquanto 45% declararam ter sido por compra. Uma pequena percentagem dos inquiridos referiu o aluguer (3%) e 2% ocupou a residência despejando antigos moradores (Figura 125).

Figura 125 – Forma de acesso ao terreno e às residências, segundo os inquiridos



Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

Efetivamente, por essas habitações serem de ocupação irregular em espaços que deveriam ser de proteção ambiental, pela proximidade com os recursos hídricos, a prefeitura de Tabatinga não considera esses espaços como passíveis de regulamentação fundiária, visto a legislação ambiental brasileira e do Estado do Amazonas proibir a ocupação de áreas próximas aos corpos hídricos. Mesmo nesse contexto

de ocupação irregular observa-se, através dos dados dos inquéritos, que grande parte dos imóveis construídos nessas áreas são comercializados ou alugados constituindo um negócio.

Essa realidade revela os crimes ambientais que são praticados tendo como motivação os interesses económicos clandestinos. Ao mesmo tempo, observa-se que efetivamente parte da população sem teto, vulnerável economicamente, ainda tem de pagar alugueres para habitar de forma precária. Há, portanto, nesse universo um ciclo onde quem precisa de habitar se submete às regras e, por outro lado, um agente que impõe condições para o residente vulnerável.

Embora a necessidade de habitação seja a principal razão para a localização de famílias nessas áreas de risco, observa-se que outros elementos são atrativos na opção de escolha desses espaços. Entre estas razões destacam-se a proximidade do trabalho (31%) e a proximidade de espaços de ensino (5%) (Figura 126).

Figura 126 – Razões para fixação residencial na área, segundo os inquiridos



Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

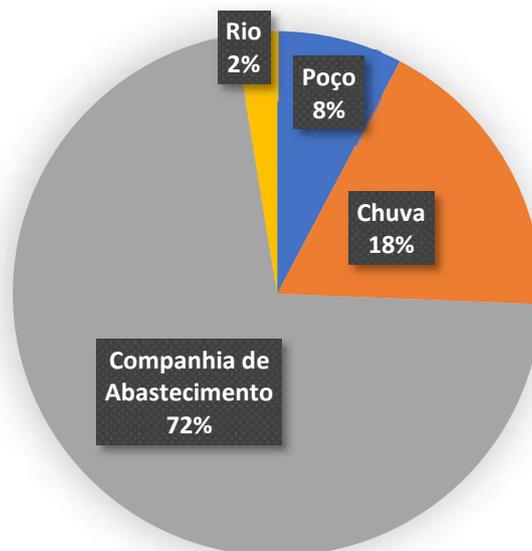
As áreas de risco em Tabatinga estão intimamente ligadas às áreas adjacentes aos igarapés e próximas do rio. Como foi referido no capítulo 3 os modos de ocupação na Amazônia seguiram, na sua maioria, um modelo relacionado com as redes de drenagem e isso também se repete em Tabatinga, visto que a cidade cresceu a partir da planície fluvial do Solimões.

Nos espaços de influência fluvial, instalaram-se ao longo da história urbana de Tabatinga diversas estruturas e serviços disponíveis à população para o atendimento ao público. Esses serviços aglomeram-

se tendencialmente no centro e próximo às estruturas administrativas da cidade, concentrando a maior parte do setor terciário no centro. A proximidade das áreas de risco do centro e dos serviços urbanos torna-se um elemento atrativo para a fixação de residentes devido à indisponibilidade de serviço de transporte público acessível.

O contexto infraestrutural dessas áreas é precário e há deficiências no acesso a serviços básicos e de qualidade (rede elétrica, hidráulica e de esgoto). Quanto ao acesso à água nas áreas de risco, os inquéritos revelam que a maior parte das residências utilizam a companhia de abastecimento (72%). Embora a rede de abastecimento de água alcance as áreas de risco, a qualidade das águas nas residências é comprometida pelas ligações clandestinas e pelo contacto com o solo acabando contaminadas com coliformes e outros elementos causadores de doenças. A água captada da chuva representa 18%, enquanto 8% utiliza água de poço e 2% obtinha água do próprio rio (Figura 127).

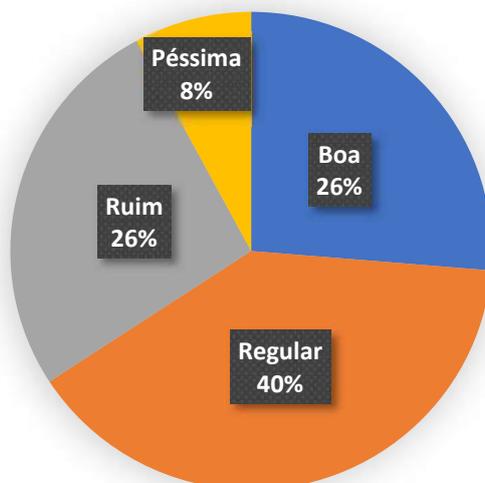
Figura 127 – Formas de acesso a água nas residências, segundo os inquiridos



Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

Relativamente à perceção dos inquiridos sobre os resíduos sólidos observa-se que 26% considera como bom o seu destino. Apenas 26% dos inquiridos classificou como ruim e 8% como péssima (Figura 128). Observa-se que os níveis de perceção são heterogéneos e revelam as diferenças de como é percebida a relação do depósito do lixo.

Figura 128 – Percepção do inquirido quanto ao depósito (descarte) correto do lixo



Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

Durante o trabalho de campo observou-se nestas áreas uma constante presença de resíduos sólidos depositados no ambiente ou nos recursos hídricos. A aglomeração residencial em palafitas ou em habitações flutuantes facilita o depósito (descarte) incorreto do lixo doméstico no próprio rio elevando a quantidade de chorume e mau cheiro nas áreas de influência fluvial. A ausência de rede de esgoto nessas habitações determina que grande carga de resíduos sólidos e efluentes sejam lançadas nos recursos hídricos dos igarapés elevando os níveis de poluição hídrica, permitindo a proliferação de doenças associadas à água e potenciando a extinção de espécies nesses *habitats*.

A ocorrência de áreas de risco próximas dos igarapés e a falta de sistematização na recolha de lixo comprometem a qualidade ambiental desses espaços, tornando-os depósitos de resíduos a céu aberto. Isto pode ser explicado pela falta de educação ambiental dos grupos em vulnerabilidade socioeconómica. O uso inadequado desses espaços tem causado grandes perdas na qualidade ambiental de Tabatinga. Além de comprometer o equilíbrio morfodinâmico das encostas e barrancos nos interflúvios, favorece a ocorrência de deslizamentos e processos erosivos, quando o fluxo hídrico é barrado pelo acumular de resíduos (Figura 129). Os processos erosivos em Tabatinga também são intensificados com o corte da vegetação, nos espaços de encostas, para a construção de habitações favorecendo assim o deslocamento de grande quantidade de solo exposto às ações dos agentes pluviais e aumentando os riscos nesses ambientes.

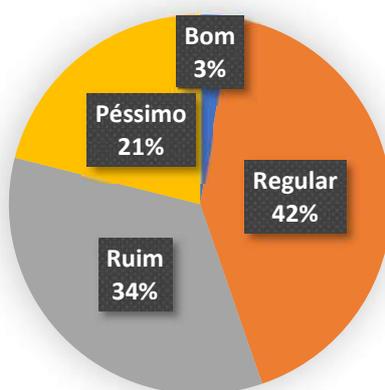
Figura 129 – Ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa em encostas na área do complexo portuário em Tabatinga em 2018



Fonte: Elaboração própria com base nas fotografias obtidas pelo autor em fevereiro de 2018 e na imagem Esri, DigitalGlobe.

É notória a necessidade de consciencialização dos residentes e a execução de projetos que visem a melhoria dos níveis de educação ambiental sobretudo quando se considera que mais de metade dos inquiridos tem a perceção de que a maneira como depositam os resíduos é boa ou regular. De acordo com a perceção dos inquiridos a qualidade do serviço público de recolha de lixo é ruim ou péssima para mais de metade dos inquiridos (55%). Importa salientar que 42% avaliaram como regular e apenas 3% como bom (Figura 130).

Figura 130 – Satisfação dos inquiridos quanto à qualidade do serviço público de recolha de resíduos sólidos



Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

Face ao exposto percebe-se a insatisfação da população em relação aos serviços básicos urbanos, designadamente o de recolha de lixo. A população que vive nesses espaços é a que mais sofre com os problemas resultantes da acumulação dos resíduos nessas áreas. Além de terem que conviver num ambiente poluído e ambientalmente vulnerável, a população eleva os riscos diante das possibilidades de contrair doenças que se propagam a partir desses espaços em degradação.

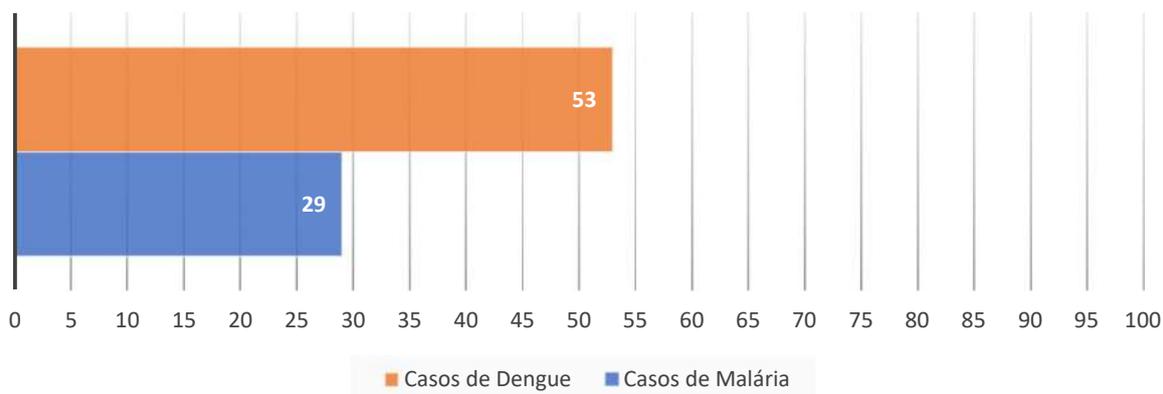
Também se pretendeu avaliar a relação entre a degradação ambiental desses espaços e a ocorrência de casos de enfermidades entre os residentes. Optou-se por colocar questões relacionadas com possíveis casos de malária e dengue, por estas doenças serem frequentes em climas tropicais, sobretudo nos espaços florestados da Amazônia. Também por terem uma relação forte com águas paradas e atração por áreas sem saneamento básico ocupadas maioritariamente por populações com baixo IDH (Ministério da Saúde, 2019).

Os resultados revelaram 53 ocorrências para a dengue e 29 para a malária (Figura 131). As ocorrências dos casos de malária representam um pouco mais de $\frac{1}{4}$ da amostra, enquanto os casos de dengue representaram mais de metade. A ocorrência das enfermidades aponta para a necessidade de melhoria nas condições de habitação das populações mais desfavorecidas economicamente e para a ampliação dos serviços básicos (recolha de resíduos sólidos, saneamento e abastecimento de água) na cidade de Tabatinga, com vista à diminuição do risco de contrair tais doenças.

A ação do poder público na estruturação urbana e no planeamento de áreas adequadas ao estabelecimento de habitações, para a diminuição do défice habitacional em Tabatinga, direciona esforços também no combate das doenças transmissíveis, possibilitando assim uma melhor qualidade de vida à população e diminuição dos riscos de contágio.

O papel do poder público no atendimento das necessidades dos grupos com vulnerabilidade social é fundamental para a diminuição das disparidades existentes entre as áreas da cidade, diminuindo assim o nível de vulnerabilidade existente nas áreas de risco em Tabatinga. Ações em políticas públicas de saúde, controlo epidémico e educação ambiental, podem ser um diferencial na mudança de modos de vida.

Figura 131 – Casos de dengue e de malária entre membros do agregado familiar, segundo os inquiridos



Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

Também foi analisada a perceção dos residentes quanto à execução de ações sociais por parte da prefeitura e dos seus funcionários públicos no atendimento das necessidades das comunidades e na possível execução de projetos do foro socioambiental. Os dados revelam que 61% dos inquiridos nunca presenciou, nas áreas de risco, ações sociais articuladas por agentes públicos. Os restantes 39% declararam que apenas algumas vezes constatarem a interação dos agentes públicos com os residentes (Quadro 33).

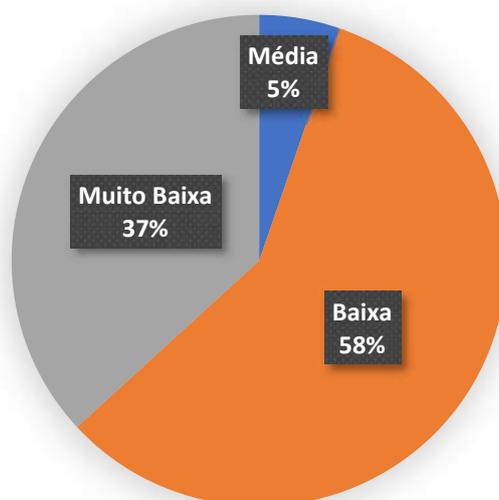
Quadro 33 – Perceção dos residentes quanto às ações de agentes públicos na comunidade

Presença de Agentes Públicos no Atendimento aos Residentes	Respostas (Nº)
Sempre	0
Algumas Vezes	39
Nunca	61

Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

Embora tenha ocorrido ações em políticas públicas sociais estas não conseguem agregar o total da população vulnerável, apresentando muitas vezes um carácter pontual e mitigador de necessidades básicas e antigas. De facto, apenas 5% dos inquiridos afirmaram que o poder municipal tem respondido às necessidades da comunidade, enquanto a esmagadora maioria considera que o nível assistencial do poder municipal é baixo ou muito baixo (Figura 132).

Figura 132 - Percepção do nível de assistência da prefeitura junto das famílias

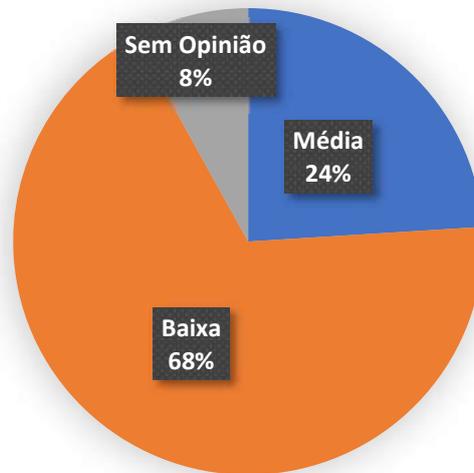


Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

Destacam-se os elevados níveis de insatisfação dos grupos mais vulneráveis para com o poder público de Tabatinga. Embora a escala de percepção compreendesse 4 categorias (alta, média, baixa e muito baixa), a quase totalidade dos inquiridos, respondeu à questão considerando os dois piores níveis para esse indicador. O diálogo, a interação e a aproximação do poder público junto dos grupos vulneráveis em Tabatinga tornam-se importantes elos no combate às disparidades intraurbanas e ajudam na estruturação de políticas públicas com a participação comunitária, aumentando as possibilidades de sucesso das ações sociais.

Para a compreensão da percepção dos inquiridos em relação ao papel do poder público no controlo e direcionamento de políticas ambientais, foram consideradas três categorias do nível de responsabilidade em relação ao ambiente (alta, média e baixa). Entre os inquiridos 24% classificou como média a preocupação da prefeitura com as problemáticas ambientais e 68% como baixa (Figura 133). A maior parte dos residentes revelaram o baixo comprometimento dos gestores públicos municipais na resolução dos impactes ambientais e na manutenção da qualidade ambiental do município. As deficiências no planeamento socioambiental apontam para a necessidade de requalificação dos espaços naturais e o ordenamento territorial com a finalidade de recuperação de áreas degradadas.

Figura 133 – Percepção do nível de responsabilidade da prefeitura com a qualidade ambiental

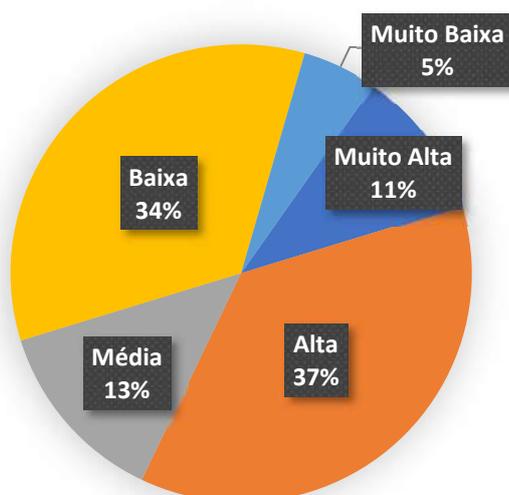


Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

Embora a percepção do risco seja um juízo de valor individual, constrói-se inevitavelmente a partir do coletivo e fundamenta-se em elementos geográficos que variam no tempo e de acordo com as características das paisagens (Robbins, Douglas e Wildavsky, 1983; Slovic, 1987, 2016). Apesar de não se fundamentar em aspetos técnico-científicos, a percepção do risco aponta para uma leitura das relações entre o indivíduo e o seu lugar, sendo, portanto, um indicador importante na compreensão dos medos, anseios e perspetivas dos sujeitos.

A população inquirida manifestou uma percepção do risco em Tabatinga, uma vez que a maioria dos residentes avaliaram o ato de morar nessas áreas como sendo de alto risco (37%) ou muito alto risco (11%) (Figura 134). Nota-se, de acordo com os dados, uma certa heterogeneidade nos níveis de percepção do risco em habitar nestas áreas. As opiniões são divergentes e fundamentam-se nas preferências individuais, nos níveis de instrução dos residentes e nas resiliências individuais desenvolvidas. Em contraponto, os números também apontam para a insatisfação de alguns residentes com as condições de habitação, revelando que há uma parcela que habita esses espaços de maneira involuntária e imposta pela sua condição de vulnerabilidade económica.

Figura 134 – Percepção do risco, segundo os residentes



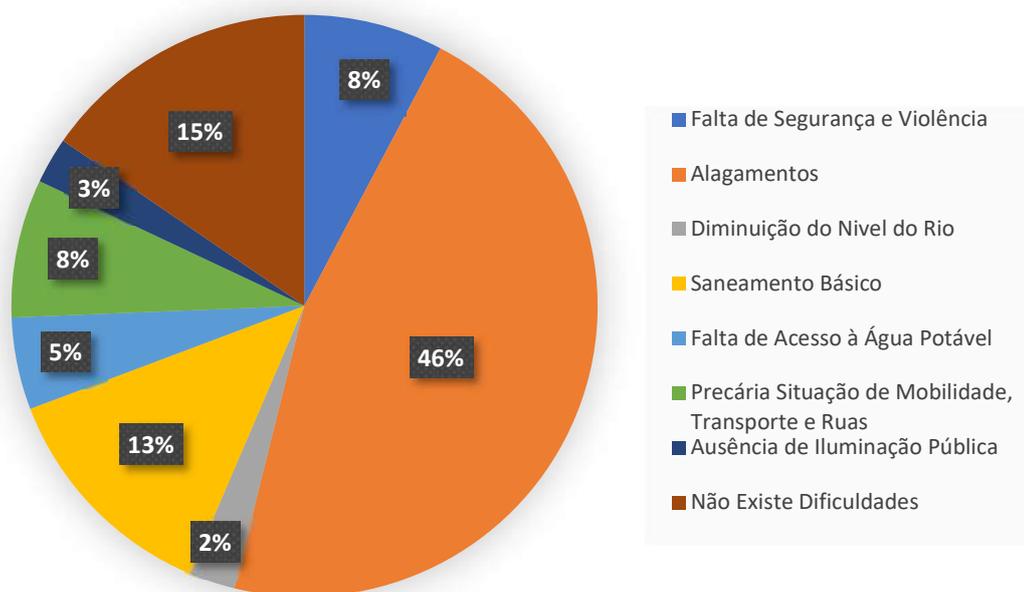
Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

As principais dificuldades referenciadas pelos inquiridos são os alagamentos (46%), a falta de saneamento básico (13%), a violência (8%), as dificuldades de acesso às residências (8%) e a dificuldade de acesso à rede de abastecimento de água (5%). Por seu turno, 15% dos inquiridos declararam ausência de dificuldades nos espaços de ocupação habitacional (Figura 135).

O período de cheias no rio Solimões cria nos residentes ansiedade e medo, pois este fenómeno leva a perdas materiais e em alguns casos prejuízos para a vida humana. Com a subida do nível das águas, a maioria das residências ficam submersas. Por isso, é frequente a necessidade de retirada do mobiliário para outras casas mais elevadas ou a construção de pavimentos superiores em madeira sendo estes novos espaços ocupados até ao rebaixamento do nível das águas. Mesmo assim, há a persistência de alguns riscos como a contaminação humana pela água poluída com os resíduos sólidos acumulados no período em que o rio tem um caudal mais baixo. Destacam-se os acidentes sobretudo com crianças e idosos na deslocação em cima das pontes de madeira e as dificuldades na mobilidade na comunidade e o perigo da invasão de animais selvagens (serpentes e insetos) nas habitações, sobretudo nas casas flutuantes.

A elevada concentração de bares e locais de venda de bebidas alcoólicas nas áreas de risco contribui para o aumento dos níveis de consumo de estupefacientes lícitos e ilícitos que favorecem o aumento dos níveis de violência urbana e o número de crimes. A frágil estrutura de segurança pública no município contribui para que a violência seja mais impactante junto das famílias de maior vulnerabilidade social.

Figura 135 – Principais dificuldades e problemas enfrentados pelos residentes



Fonte: Elaboração própria tendo por base os dados recolhidos nos inquéritos realizados aos residentes das áreas de risco, em fevereiro de 2018.

Indagados sobre o desejo de mudar de residência e habitar outras áreas na cidade, apenas 50% manifestaram a intenção de sair da condição de residente de área de risco, enquanto os restantes consideraram boas as condições de localização das habitações. O convívio diário nestes espaços condiciona a perceção dos residentes sobre os problemas existentes levando-os a considerar que as práticas erradas e agressões à qualidade ambiental, como a disposição inadequada dos resíduos sólidos e o despejo de esgoto nos recursos hídricos, refletem hábitos que são compreendidos como “normais”.

A proximidade das áreas de risco do centro comercial, do porto, da feira e do mercado, justifica a opção em permanecer residindo nessas áreas. A dinâmica do porto, o fluxo de pessoas e mercadorias e as oportunidades de trabalhos informais (carregadores de cargas e bagagens, frentistas, vendedores ambulantes, moto-taxistas), contribui para que parte dos residentes nessas áreas obtenham rendimentos a partir da atividade do porto e prefiram manter a localização das suas residências nessas áreas de risco (Figura 136).

Figura 136 – Porto da Catraia em Tabatinga em 2018



Fonte: Elaboração própria com base nas fotografias obtidas pelo autor em fevereiro de 2018 e na imagem Esri, DigitalGlobe.

Por outro lado, a opção em manter a residência nas áreas de risco sustenta-se nos laços de convívio dos residentes com os espaços e as suas oportunidades socioeconômicas, que criam vínculos dos indivíduos com o lugar. Indivíduos que mudam de domicílio com frequência não experienciam estas dinâmicas sociais, devido ao curto espaço de tempo de fixação no lugar. Nesse contexto, inviabilizam a construção de uma identidade socio-espacial que contribui para que o sujeito veja o lugar como seu habitat, respeitando os limites ambientais e colaborando para a qualidade socioambiental. Por isso é importante apostar em práticas educativas focadas nas questões ambientais, de modo a consciencializar os grupos vulneráveis sobre os benefícios das boas práticas ambientais.

À medida que as áreas de risco são ocupadas, criam-se dinâmicas e relações socioeconômicas complexas que se intensificam com o tempo, fortalecendo a identidade dos sujeitos com os espaços. É preciso que o poder público se antecipe às ações de ocupação irregular, no sentido de evitar a sua ocorrência e atenuando, desse modo, os impactos ambientais, dando a devida condição de ocupação de acordo com a capacidade de suporte dos espaços no município.

Apesar de o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de Tabatinga, completar e direcionar a gestão do espaço na sede urbana, proibindo a ocupação irregular em áreas de risco, nota-se a inexistência de uma política de fiscalização e controle sobre a ocupação irregular. É fundamental para a qualidade de vida das populações, uma equilibrada relação entre as dinâmicas sociais e ambientais no território do município, sendo tomadas decisões de uso do espaço urbano balizadas pela sustentabilidade dos espaços e pela legislação ambiental. Também é preciso o controle da ocupação em áreas de fragilidade ambiental com vista à conservação dos recursos hídricos. A desresponsabilização por parte

do poder público para com essas realidades aumenta cada vez mais o nível de vulnerabilidade socioambiental colaborando para que a resiliência ambiental desses geoambientes seja cada vez menor.

5.6 Notas conclusivas

A ação antrópica tem sido um dos fatores que mais contribuiu para a ocorrência de impactes ambientais no município de Tabatinga, causando pressão sobre os recursos naturais, sobretudo nas planícies fluviais e inviabilizando a sua capacidade de resiliência.

Entre 2007 e 2018, nos espaços rurais do município de Tabatinga, o processo de desmatamento deu lugar à ocupação pela atividade agropecuária que cresceu 253%. Paralelamente à expansão da agropecuária, observou-se, na cidade, o crescimento populacional e a ampliação das áreas residenciais com instalação de novos bairros e novos lugares de crescimento urbano, no sentido leste, motivadas pela instalação de infraestruturas de saúde (Unidade de Pronto Atendimento em Saúde de Tabatinga) e de educação (Instituto Federal do Amazonas).

O crescimento urbano sem planejamento, ocorrido em Tabatinga nos últimos anos, contribuiu para a formação de uma periferia sem infraestruturas, com fixação de aglomerados residenciais e formação de áreas com elevada vulnerabilidade socioambiental. Estes factos têm favorecido a ocorrência de impactes ambientais, no solo e nos recursos hídricos, a partir da acumulação de resíduos sólidos e libertação de efluentes domésticos com elevados índices de poluição, considerando as limitações infraestruturais na cidade como consequência da má gestão territorial desenvolvida pelo poder público.

As deficientes coberturas de infraestruturas urbanas nas áreas periféricas evidenciam a necessidade do poder público em estender à população de baixos rendimentos os serviços de saneamento básico, acesso a abastecimento de água e energia, de modo a diminuir as vulnerabilidades infraestruturais dos setores periféricos do centro urbano.

A ausência de planejamento dos usos e da ocupação do solo tem levado ao incumprimento das leis de proteção ambiental. Isto tem causado indiferença por parte dos gestores e da população na manutenção de um ambiente ecologicamente sustentável, sobretudo nas áreas adjacentes aos recursos hídricos.

Observa-se em Tabatinga um padrão de ocupação caracterizado por aglomerados residenciais com infraestruturas precárias e famílias com vulnerabilidade socioeconómica. Esse contexto fragiliza ainda mais a natural instabilidade dos espaços fluviais elevando o seu nível de vulnerabilidade ambiental e colaborando para a formação de um ciclo vicioso de vulnerabilidade socioambiental nesses territórios.

Os espaços rurais, majoritariamente com ocupação residencial indígena, embora não se apresentem com elevados níveis de vulnerabilidade ambiental, assumem-se como territórios com ausência de infraestruturas básicas além de apresentarem elevados índices de vulnerabilidade socioeconômica. A condição étnica, neste caso, impõe sobre os territórios indígenas, problemas caracterizados pelas limitações do nível de instrução, trabalho e rendimento que direcionam famílias para índices de vulnerabilidade muito elevados.

O crescimento urbano desordenado vivido no município de Tabatinga contribuiu para a formação de territórios de risco. A partir das ocupações irregulares e concentradas, sobretudo na orla fluvial e nas adjacências das áreas portuárias, famílias com baixos rendimentos e com baixos níveis de escolaridade, sem assistência do poder público, instalaram residências precárias e sem infraestruturas nesses espaços.

A cartografia das vulnerabilidades e dos riscos aponta para a orla fluvial, a periferia urbana de Tabatinga e para as comunidades rurais indígenas como sendo as áreas mais críticas em relação ao Índice de Vulnerabilidade Socioambiental. Nesses espaços, os residentes apesar de conhecerem os seus problemas, muito pouco podem fazer para transformar as suas condições de habitação.

Apesar de a maioria ter consciência dos problemas e percepção dos riscos, grande parte das famílias não apresenta condições financeiras nem ocupação formal para iniciar processos de mudança. Passa pelo poder público, a execução de infraestruturas em áreas apropriadas para a localização de habitação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contexto geral

Nesta parte da tese pretendemos apresentar as principais conclusões extraídas das análises cartográficas desenvolvidas a partir do modelo de avaliação de vulnerabilidade socioambiental em espaços de influência fluvial, especificamente no município de Tabatinga. Este último foi o território escolhido para aplicação da modelação, localizado na porção oeste da floresta amazônica brasileira e fronteiro da Colômbia e do Perú.

A complexidade deste tema requereu um grande esforço, uma vez que foi necessária a reunião de diversos indicadores, sob o ponto de vista das suas representações espaciais (naturais, ambientais, sociais, económicas, institucionais, infraestruturais, étnicas e culturais), ao mesmo tempo que exigiu-nos uma reflexão sobre as práticas de planeamento, de ocupação e uso do solo, nos enclaves urbanos da floresta.

Nos últimos anos, no município de Tabatinga, o crescimento demográfico, a intensificação das atividades económicas e o aumento da população urbana (motivado por crescimento natural e migratório), favoreceram o aumento dos processos de degradação ambiental e contribuíram para a elevação dos níveis de vulnerabilidade ambiental no espaço urbano do município.

A ausência de planeamento e de ordenamento territorial na incorporação de novas áreas de ocupação residencial no perímetro urbano possibilitou o crescimento da procura de serviços básicos direcionados para os residentes dos bairros periféricos. A incapacidade do poder público na extensão para as áreas mais distantes dos serviços básicos, contribuiu para a formação de áreas com elevada vulnerabilidade infraestrutural na periferia, ao mesmo tempo que se intensificaram os riscos socioambientais nos espaços habitacionais da orla fluvial.

A tendência de crescimento do núcleo urbano de Tabatinga e a expansão das atividades agropecuárias nos setores rurais, elevaram as pressões exercidas pelas atividades humanas no ambiente amazónico, apontando para a necessidade da execução de políticas de planeamento ambiental e urbano.

Somos de opinião que, na Amazônia, a gestão das vulnerabilidades e dos riscos socioambientais deve ser adequada às peculiaridades dos povos indígenas, dos ribeirinhos e da população urbana, não

podendo ser desconsiderados aspetos como equidade social, qualidade de vida, eficiência de gestão e segurança socioambiental.

Para a minimização dos impactes socioambientais e dos riscos é preciso um compromisso político e social, bem como mudanças de paradigma na educação e na cultura dos residentes. É preciso a construção de uma cultura de prevenção dos desastres em detrimento de uma cultura de reação aos desastres. São necessárias ações de gestão e de educação ambiental junto da população, sensibilizando e disponibilizando recursos que permitam criar competências mais sustentáveis.

Porém, transpor os conceitos teóricos para a prática não é tarefa fácil. Exige-se por parte dos atores sociais dedicação e compromisso. O desenvolvimento de políticas públicas mais inclusivas perpassa por escolhas políticas com responsabilidade social, que muitas vezes encontram barreiras nas opções que priorizam interesses particulares em detrimento dos coletivos e do direito público. Apesar do conjunto de leis brasileiras que protegem os ambientes e a sustentabilidade socioambiental observam-se, na realidade, atitudes e ações públicas e sociais que fragilizam o equilíbrio ambiental criando efeitos ambientais negativos.

É preciso fomentar a consciencialização social das melhores práticas para preservar os diferentes espaços, como por exemplo, no adequado tratamento dos resíduos sólidos ou no controlo do uso do fogo e na preservação da qualidade dos recursos hídricos e pedológicos. A prossecução de um crescimento desmedido e sem respeito pelas políticas mais sustentáveis ou sem fundamento técnico-científico podem, a curto prazo, trazer prejuízos irreparáveis.

Nestes espaços é fundamental a articulação entre o poder público, a sociedade e as instituições de pesquisa para que as medidas e políticas públicas sejam mais eficazes por estarem sustentadas em informação científica. Nesse contexto, é necessária a estruturação de órgãos públicos, capacitação de recursos humanos e qualificação de sistemas de monitorização e controlo de vulnerabilidades e riscos à escala estadual e municipal.

A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica permitirá desenvolver uma análise espacial mais profícua na monitorização das vulnerabilidades e riscos socioambientais. Deste modo, as decisões sobre o processo de planeamento estarão mais fundamentadas e adequadas às diferentes realidades territoriais. A disseminação dos resultados deverá ser feita de forma acessível à população proporcionando as mudanças de hábitos. Deste modo será mais fácil promover a educação ambiental dos cidadãos, sobretudo daqueles que possuem níveis de escolaridade mais baixos e/ou em

vulnerabilidade socioeconómica. Se existir paralelamente um investimento público que permita ampliar a rede de infraestruturas básicas será possível aumentar a qualidade de vida dos residentes.

Neste contexto também se revela importante apostar nos processos de participação pública dos diferentes *stakeholders*. Assim, o envolvimento da população e das entidades permitirá obter consensos mais alargados em torno dos problemas e das soluções a implementar. Apesar das eventuais barreiras resultantes do *status quo* dos agentes públicos em manter o paradigma de desequilíbrio atual a adoção de modelos de participação pública é necessária para o sucesso das iniciativas mais sustentáveis.

Para além destas perspetivas em torno do planeamento socioambiental, esta investigação também se destacou pelo contributo que conferiu à modelação em ambiente SIG utilizando diversos indicadores para a identificação das vulnerabilidades socioambientais nestes territórios de influência fluvial.

Esta investigação diferenciou-se de outros estudos encontrados na literatura que se debruçaram sobre a identificação das vulnerabilidades e riscos socioambientais, integrando no mesmo modelo diferentes variáveis. Foi concretizada uma análise sistémica, conjunta e concomitante com os aspetos ambientais, socioeconómicos, institucionais, infraestruturais e individuais.

Ao debruçar-se sobre os espaços florestados da Amazónia, esta investigação contribui para o preenchimento de lacunas existentes em relação ao número reduzido de pesquisas sobre esta temática e respetiva representação cartográfica. Infelizmente os mapeamentos realizados na Amazónia não contemplam grande nível de detalhe, pelo que houve a necessidade de efetuar um vasto trabalho de campo com vista a colmatar essa lacuna.

Respostas aos objetivos formulados

Os cinco objetivos apresentados no início desta tese foram alcançados. Destaca-se o desenvolvimento de um modelo cujos resultados permitem identificar os diferentes níveis de vulnerabilidade socioambiental. Observou-se que as transformações espaciais resultantes da ação humana trouxeram consigo diversos problemas ambientais.

Na identificação dos processos de uso e ocupação do solo do município de Tabatinga e das modificações ocorridas nas planícies fluviais constatou-se, nos últimos anos, o crescimento das ocupações residenciais associadas ao desenvolvimento das atividades agropecuárias nos espaços rurais.

Na cidade observou-se a expansão de novos bairros que não foi acompanhada das necessárias infraestruturas básicas. A ausência de planejamento favoreceu a formação de espaços com maior vulnerabilidade socioambiental, particularmente nas planícies fluviais.

Destaca-se que a formação territorial e a ocupação dos espaços de influência fluvial na Amazônia e em Tabatinga se intensificaram com a presença das dinâmicas direcionadas para o capital e para o desenvolvimento de atividades econômicas ligadas ao rio Solimões.

O modelo para avaliação dos espaços de vulnerabilidade e risco desenvolvido nesta investigação contemplou quatro dimensões: ambiental, socioeconômica, infraestrutural e individual. Cada uma delas foi composta por um conjunto diversificado de indicadores que resultaram na criação do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA). A replicação do modelo noutros territórios deverá ter em consideração a disponibilidade de informação cartográfica e alfanumérica. A realização de novos estudos, circunscritos às áreas com elevada vulnerabilidade e risco, direcionarão melhores intervenções do poder público, no sentido de nortear investimentos infraestruturais balizados por uma gestão dos espaços de riscos no município.

Os impactos socioambientais verificados em Tabatinga, estão relacionados, na sua maioria, com o desenvolvimento de atividades econômicas sem adequação à legislação ambiental, motivadas pela inexistência de fiscalização. As atividades madeireiras, a extração mineral e a agropecuária, são normalmente executadas sem normalização ambiental e esse contexto possibilita um aumento da pressão dessas atividades, sobre o nível de suporte dos geofácies.

Na cidade verifica-se também a ausência do poder público na disponibilização de serviços básicos aos bairros mais periféricos. Isto motiva a ocorrência de problemas na gestão dos resíduos sólidos urbanos e dos efluentes domésticos que aumentam os níveis de poluição hídrica e do solo, os quais acabam por afetar a qualidade ambiental e a saúde da população residente.

Os resultados obtidos com a execução da modelação cartográfica proposta apontam para alguns aspectos determinantes para os processos de disparidade social e elevação dos níveis de vulnerabilidade de alguns grupos populacionais.

Os padrões espaciais de vulnerabilidade apresentam, tendencialmente, baixas vulnerabilidades nas áreas centrais sendo mais elevadas nas áreas periféricas do núcleo urbano. Por seu turno, as áreas de elevada vulnerabilidade socioambiental ocorrem nos espaços de ocupação indígena. Apesar dessas áreas não representarem níveis críticos de vulnerabilidade ambiental, pesam sobre essas áreas as elevadas

limitações das populações indígenas em relação à escolaridade, ao rendimento e às infraestruturas. Esses espaços concentram, portanto, os maiores índices de vulnerabilidade socioeconómica e infraestrutural.

Nos bairros periféricos dos setores urbanos os níveis críticos de vulnerabilidade infraestrutural estão associados a elevadas vulnerabilidades socioeconómicas. Nos bairros adjacentes à orla verificam-se níveis de vulnerabilidade ambiental mais elevados devido às dinâmicas hidrológicas que causam inundações e erosão com riscos de movimentos de massa. De um modo geral, os índices de vulnerabilidade socioambiental apresentam uma tendência de crescimento no sentido centro–periferia.

As populações que habitam os espaços de maior risco na cidade apresentam condições económicas mais débeis devido às suas limitações financeiras associadas ao desemprego. Parte da população destas áreas são provenientes de municípios adjacentes a Tabatinga e revelaram possuir uma baixa percepção dos riscos locais. A existência das áreas de risco no espaço urbano tem sido fruto de uma política omissa dos gestores municipais que deveriam executar o ordenamento territorial sustentado em medidas de combate às disparidades sociais e aos défices habitacionais.

As precárias condições socioeconómicas da população residente nas áreas de risco determinam os modos de vida e a estrutura de fixação residencial em espaços inadequados. Isto conduziu a uma forma de residir destituída de infraestruturas (carência de água potável, energia e instalações sanitárias) e que eleva a vulnerabilidade individual de contágio de doenças de veiculação hídrica intensificando assim os riscos em saúde.

Limitações da investigação realizada

A execução de políticas de planeamento e de ordenamento territorial pressupõem o conhecimento da realidade dos ambientes para um correto direcionamento dos usos dos espaços. Nos últimos anos, assiste-se a uma evolução das tecnologias dedicadas aos estudos espaciais a partir de ferramentas de detecção remota que têm permitido uma evolução muito significartiva fortalecendo as técnicas e funções dos SIG.

Na Amazónia e também em Tabatinga, é notória a ausência de informação geográfica. Infelizmente podemos afirmar a grande necessidade de produtos cartográficos que representem a realidade dos municípios, apontando características ambientais, dinâmicas urbanas e sociais, bem como podendo ser úteis na definição de políticas públicas. A ausência de recursos humanos qualificados e a precária

capacitação técnica dos municípios do Alto Solimões e de Tabatinga, explicam esse hiato cartográfico nos órgãos públicos, nas secretarias de meio ambiente e de infraestrutura.

Nas visitas técnicas e no trabalho de campo realizados no município junto dos órgãos públicos, na esperança de levantar dados secundários, além de ter-se observado o vazio informacional, observou-se também, por parte dos funcionários públicos, atitudes de receio em disponibilizar informação que naturalmente é de domínio público. A persistência e insistência nos pedidos de acesso aos dados secundários, acabou, no entanto, por ter um desfecho positivo.

Paralelamente, constatou-se uma baixa diversidade dos dados e informações e algumas vezes estavam desatualizados, não havendo preocupação por parte dos técnicos em atualizar as bases cartográficas. É também notória a necessidade de quadros técnicos com funcionários qualificados para desenvolver trabalhos direcionados para as temáticas ambientais, de gestão e planejamento urbano e de gestão de áreas em vulnerabilidade e risco.

Diante do quase vazio cartográfico foi necessário um grande esforço na recolha de informação cartográfica *in loco* para a composição dos modelos que avaliariam os níveis de vulnerabilidade no município e que exigiram o consumo de tempo para além do planeado. Apesar dessas limitações, os mapeamentos produzidos nesta investigação poderão melhorar as políticas de planejamento urbano e ordenamento territorial a desenvolver no município.

Ao nível da informação cartográfica colhida do IBGE, verificou-se a incompatibilidade das escalas cartográficas, uma vez que os estudos do IBGE são naturalmente direcionados para todo o espaço brasileiro e neste caso as bases levantadas referente à Tabatinga, não apresentavam um nível de detalhe necessário à nossa investigação. Esse contexto levou-nos à edição de informação vetorial tendo como base imagens de satélite, no sentido de readequar limites, poligonais, linhas e pontos, considerando a necessidade de uma análise mais detalhada do espaço de Tabatinga.

Para além das limitações de informação de índole cartográfica, observámos, na seleção dos indicadores componentes dos índices de vulnerabilidade, a necessidade para a agregação de novas informações socioeconómicas nos censos demográficos realizados pelo IBGE, ao nível dos setores censitários. Referimo-nos à taxa de mortalidade infantil, à taxa de maternidade entre jovens, ao número de crianças que não estão inseridas no sistema de ensino, ao número de desempregados, à quantidade de jovens que não estudam e sem trabalho, ao número de deficientes físicos e ao número de dependentes químicos. Apesar dessas informações existirem à escala municipal, estadual e nacional, o IBGE não

dispõe dessas informações ao nível dos setores censitários. Julgamos importante a inserção dessas informações nas futuras pesquisas realizadas pelo IBGE, de modo a dar subsídios a estudos mais locais.

A composição do rol de indicadores eleitos nesta pesquisa poderia ter sido mais rica, uma vez que agregaria novas informações de limitações socioeconômicas, podendo contribuir para novas análises. Apesar das reconhecidas limitações técnicas e tendo em conta a dimensão continental do Brasil, como também da Amazônia, sugere-se a recolha destas informações aquando da realização dos censos demográficos ou ainda a georreferenciação destas informações por técnicos e funcionários públicos no momento do atendimento à população nos serviços de saúde, educação e segurança pública. Para tanto é preciso a capacitação desses funcionários no que diz respeito às tecnologias de navegação e localização por satélite.

Recomendações para futuros estudos

É visível a necessidade de estudos com vista ao planeamento territorial na Amazônia, sobretudo nos espaços com influência fluvial, ambientes onde são maiores as ações antrópicas e onde são necessárias investigações com foco nas vulnerabilidades, mas também nas potencialidades para o desenvolvimento de atividades económicas sustentáveis.

A compreensão aprofundada da realidade geográfica dos lugares e territórios, nas suas formas de usos, ocupações, potencialidades e ou fragilidades ambientais, tornará possível a identificação de elementos socioambientais com possibilidade de prognósticos na identificação de áreas de risco, de modo a ser possível o desenvolvimento de medidas preventivas.

No desenvolvimento da tese, a característica interdisciplinar do tema, apontou-nos para áreas de investigação ainda não exploradas, mas que se apresentam promissoras ante questões de partida e que também são importantes para a compreensão das inter-relações ocorrentes entre as dinâmicas da natureza e as dinâmicas da sociedade.

Nesse contexto, seria interessante compreender se os níveis de desmatamento a montante do rio Solimões têm relação com os episódios de cheias e inundações mais concentradas no tempo. Para tanto novos levantamentos cartográficos sobre áreas desmatadas na floresta deveriam ser executados, de modo a cruzar-se com informações topográficas, batimétricas e pluviométricas para definição de padrões nos episódios de cheias no Alto Solimões.

Outra vertente de investigação também importante seria a comparação dos níveis de vulnerabilidades entre municípios no Estado do Amazonas, ao nível dos setores censitários, de modo a possibilitar diretrizes para a política estadual de gestão de riscos. A possibilidade de aplicação do modelo de identificação de áreas com vulnerabilidade socioambiental apontaria elementos para a implementação de políticas públicas específicas das peculiaridades dos municípios do Amazonas.

Seriam positivas parcerias com investigadores das ciências informáticas e que trabalham com linguagem de programação, para o desenvolvimento de aplicações em telemóveis, de modo a informar os residentes nos setores censitários sobre os níveis de vulnerabilidades que ocorrem no espaço. Interconectadas com bases cartográficas e base de dados, essas aplicações poderiam não apenas auxiliar o trabalho de agentes da defesa civil, mas também informar e consciencializar a população sobre as vulnerabilidades e riscos dos espaços. Para tanto, a estruturação da modelação segundo os índices de vulnerabilidades dos espaços e a informação geográfica estariam em linguagem acessível a toda a comunidade.

As perspetivas futuras deverão caminhar ao encontro de parcerias públicas e/ou privadas, de modo a tornar operacional o resultado desta investigação. Para além disso, pontuamos a necessidade da apresentação desses resultados junto à prefeitura de Tabatinga, à Câmara Municipal, à Secretaria de Meio Ambiente e à Secretaria de Planeamento Urbano e à Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

Propostas para serem implementadas a curto e médio prazo

Tendo por base a investigação realizada estamos cientes de que é possível delinear caminhos, a curto e a médio prazo, no sentido de melhorar a situação dos grupos populacionais que habitam em territórios vulneráveis na Amazônia. A presente investigação almejou também contribuir para uma ciência cidadã, através, pelo menos, da possibilidade de informação e dados mais consistentes que podem e devem ser concedidos aos políticos, aos investigadores e aos cidadãos.

Nesse sentido apresenta-se no Quadro 34, um conjunto de ações e metas que devem ser implementadas num curto e médio prazo.

Quadro 34 – Proposta de um plano de atuação a ser implementado no curto e médio prazo em Tabatinga e noutros municípios da Amazônia

Ações	Atividades	Envolvimento	Objetivos	Prazos
Organização da sociedade civil e da participação	- Definir grupos de discussão nos bairros sobre as problemáticas socioambientais	- Investigadores. - Sociedade civil.	- Estabelecer uma Gestão colaborativa e partilhada entre	Curto prazo (1 a 2 anos)

popular no planejamento urbano municipal	<p>existentes reunindo representantes do poder público, líderes comunitários, líderes indígenas e restantes residentes.</p> <p>- Realização de reuniões, encontros e oficinas para trocas de informação e experiências entre sociedade, investigadores e técnicos.</p>	<p>- Organizações comunitárias.</p> <p>- Prefeitura.</p> <p>- Ministério Público.</p>	<p>prefeitura e munícipes, a partir da identificação de impactes socioambientais e das necessidades locais.</p> <p>- Estruturar uma gestão integrada de áreas com elevada vulnerabilidade.</p>	
Transferência de tecnologia e desenvolvimento científico	<p>- Realização de cursos técnicos de capacitação cartográfica para mapeamento de indicadores socioambientais.</p> <p>- Capacitação de recursos humanos, sobretudo residentes de comunidades rurais, para a monitorização de áreas com impactes ambientais, permitindo a alimentação de uma base de dados.</p>	<p>- Professores de vários níveis de ensino.</p> <p>- Funcionários públicos de várias instituições.</p> <p>- Líderes comunitários e residentes.</p>	<p>- Qualificar e treinar, pelo menos, um recurso humano em cada setor censitário para alimentação do sistema de monitorização de vulnerabilidades e riscos socioambientais.</p>	Curto e médio prazo (1 a 3 anos)
Regulamentação legislativa para a promoção da participação popular na gestão de áreas de influência fluvial	<p>- Inclusão na legislação estadual e municipal da regulamentação e obrigatoriedade da participação popular na formulação e execução de políticas públicas destinadas às áreas de influência fluvial nos espaços da Amazônia.</p> <p>- Inclusão de representação social em comités gestores de políticas para a Amazônia.</p>	<p>- Lideranças políticas.</p> <p>- Sociedade civil organizada.</p> <p>- Investigadores.</p>	<p>- Formular políticas públicas que respondam às limitações socioambientais das áreas de influência fluvial.</p> <p>- Desenvolver políticas de gestão e planejamento socio espacial mais participativas e democráticas.</p>	Curto e médio prazo (1 a 3 anos)
Desenvolver políticas de gestão de resíduos sólidos urbanos	<p>- Realização de palestras e <i>workshops</i> sobre os resíduos sólidos.</p> <p>- Desenvolvimento de reuniões técnicas com agentes públicos municipais e secretários de meio ambiente, de saúde e de infraestruturas.</p> <p>- Limpeza urbana em espaços com recursos hídricos.</p> <p>- Instalar contentores de resíduos sólidos em áreas residenciais e nos espaços</p>	<p>- Prefeitura.</p> <p>- Secretaria de Meio Ambiente.</p> <p>- Professores de vários níveis de ensino.</p> <p>- Ministério Público.</p> <p>- Representantes e líderes comunitários.</p>	<p>- Eliminar focos de acumulação de resíduos sólidos em vias públicas.</p> <p>- Aumentar o nível de consciencialização comunitária sobre o depósito inadequado dos resíduos sólidos.</p> <p>- Organizar cooperativas e associações de recolha de materiais recicláveis.</p>	Curto e médio prazo (1 a 3 anos)

	<p>públicos (praças, feiras, porto e avenida).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Promover cadeias de separação e recolha de materiais reciclados. - Elaborar um plano de gestão de resíduos sólidos urbanos e implementação de um aterro sanitário. 		<p>Pode pensar em algo que reutilize os materiais.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desativar a área destinada pela prefeitura ao depósito de resíduos sólidos urbanos e implementar o funcionamento de um aterro sanitário. 	
<p>Requalificar especialmente a orla fluvial</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar reuniões técnicas com os gestores públicos. - Promover audiências públicas para debater o desenvolvimento de atividades económicas exequíveis aos espaços da orla de Tabatinga. - Debater as potencialidades económicas da orla destacado o seu potencial turístico na tripla fronteira. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prefeitura. - Secretaria de Turismo. - Empresários do setor hoteleiro. - Ministério Público. - Investigadores e professores de vários níveis de ensino. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estruturar os espaços da orla e potencializar as atividades turísticas no município. - Fortalecer a cadeia produtiva do turismo integrando a rede hoteleira, os guias turísticos, os artesãos, comerciantes e as empresas de transporte aéreo e fluvial. - Criar rotas de turismo étnico-ecológico, fortalecendo a economia nas comunidades rurais. 	<p>Curto e médio prazo (1 a 3 anos)</p>
<p>Promoção do conhecimento, da investigação e da difusão da informação cartográfica de áreas vulneráveis na Amazónia</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliação dos inquéritos à população residente nas áreas de risco, inclusive nas áreas rurais. - Prosseguimento do levantamento de dados destinados a consolidar maiores níveis de informação sobretudo na dimensão individual e ambiental. - Ampliação do mapeamento da vulnerabilidade socioambiental aos restantes municípios da microrregião do Alto Solimões e do Estado do Amazonas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Professores de vários níveis de ensino. - Investigadores. - Institutos de pesquisas. - Poder público (Prefeituras, Secretarias de Meio Ambiente, Secretarias de Saúde, Secretarias de Infraestruturas, Secretarias de Assistência Social, Defesa Civil). 	<ul style="list-style-type: none"> - Obter uma amostra mais representativa dos grupos em vulnerabilidade socioambiental, residentes nas áreas de risco. - Construir um sistema integrado de monitorização de vulnerabilidades socioambientais no Estado do Amazonas. 	<p>Médio Prazo (3 a 5 anos)</p>
<p>Promoção e acessibilidade</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de produtos cartográficos em linguagem 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigadores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construir uma App dedicada a informar os 	<p>Médio prazo (3 a 5 anos)</p>

da informação cartográfica	<p>simples e acessível, destinados ao público com baixo nível de instrução.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criação de plataformas digitais de modo a ampliar o alcance da informação cartográfica dedicada aos níveis de vulnerabilidades socioambientais nas áreas da Amazônia e de Tabatinga (Aplicação móvel para sistemas Androide que informem tipos e níveis de vulnerabilidades segundo os setores censitários). 	<ul style="list-style-type: none"> - Institutos de Pesquisa. - Programadores informáticos das instituições. - Arquitetos de <i>software</i> e analistas de sistemas. - <i>Web designers</i> 	<p>utilizadores de telemóveis, informações georreferenciadas sobre vulnerabilidades e riscos nos espaços da Amazônia em tempo real.</p>	
Desenvolver políticas de habitação popular	<ul style="list-style-type: none"> - Articular reuniões com lideranças comunitárias e agentes públicos para a promoção das necessidades de habitação das famílias carenciadas. - Criar um cadastro de famílias em condições de vulnerabilidade habitacional. - Articular parcerias público-privadas para a construção de conjuntos habitacionais com acesso a infraestruturas básicas. - Relocalizar famílias residentes em áreas de risco para bairros populares, disponibilizando novos espaços de residência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prefeitura. - Secretaria de Infraestrutura. - Secretaria de Assistência Social. - Famílias com elevada vulnerabilidade socioeconómica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar ocupações irregulares em áreas de risco. - Construir unidades habitacionais com condições básicas de infraestruturas destinadas às famílias carenciadas. 	Médio prazo (3 a 5 anos)

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos na investigação desenvolvida entre 2016 e 2020.

Sendo assim, é importante no curto prazo (num período de 1 a 2 anos) juntar socialmente, na forma de encontros e reuniões, líderes comunitários, gestores, representantes de instituições públicas, investigadores de universidades e elementos do Ministério Público, na definição de uma gestão integrada e colaborativa para as áreas com elevada vulnerabilidade socioambiental em Tabatinga.

No curto e médio prazo (1 a 3 anos) torna-se necessário articular transferências de tecnologia em SIG e GPS, de modo a qualificar lideranças comunitárias no levantamento de informação de impactes socioambientais nas comunidades, de modo a alimentar bases de dados, com foco na gestão de

vulnerabilidades e risco. Para além da colaboração social na construção de informação cartográfica, torna-se importante uma regulamentação legislativa da inclusão de representação participativa e social nas decisões públicas sobre políticas de gestão e planeamento urbano, sobretudo nas áreas de influência fluvial.

Nessa perspetiva é urgente a definição de uma política de preservação ambiental nos espaços fluviais, com medidas efetivas no âmbito dos resíduos sólidos, com a instalação de coletores de resíduos nas áreas fluviais e realização de pequenos *workshops* de educação ambiental junto dos residentes, usando a figura do líder local para poderem chegar de forma mais eficaz à população. O desenvolvimento de uma política ligada à reciclagem de materiais traria não apenas benefícios ambientais, mas também colaboraria para a geração de rendimento de famílias com baixos rendimentos. Os mais idosos e os mais jovens devem ser envolvidos neste tipo de ações.

É necessário um trabalho de reurbanização dos espaços adjacentes aos igarapés, relocando os residentes de áreas de risco em loteamentos de habitação social e garantindo melhores condições de habitação e melhor bem-estar social.

Os atuais espaços da orla fluvial necessitam de ser recuperados como áreas dedicadas ao potencial ecoturístico sendo necessários estudos de urbanização e paisagismo, baseados nas potencialidades e limitações geoambientais de cada área. Para o município de Tabatinga é fundamental a ação do poder público, como agente de requalificação do espaço urbano, priorizando áreas da orla, pela sua característica mais vulnerável e onde se verificam aglomerados residenciais em condições de elevada vulnerabilidade.

No médio prazo (3 a 5 anos) é indispensável o desenvolvimento de cartografia acessível à população através de mapas virtuais de fácil leitura e com linguagem simples que devem ser colocados em plataformas digitais ou ainda em aplicativos de telemóvel para alcançar o maior número de pessoas colaborando para a consciencialização, informação e organização do espaço urbano. Essas ferramentas não só podem auxiliar a população, mas também podem contribuir para uma melhor gestão de risco nos espaços da Amazônia e do Brasil, definindo áreas vulneráveis e destacando áreas de risco. A extensão de inquéritos agregando um maior número de residentes, também em outros municípios do Amazonas, possibilitaria análises mais amplas ao nível do Estado, podendo também ser aplicadas em outras regiões do Brasil.

Esperamos que os resultados desta investigação sejam promotores de informação, fomentando diligências futuras e direcionando o desenvolvimento de políticas públicas que vão ao encontro dos grupos minoritários e de maior vulnerabilidade, incluindo-os nas dinâmicas sociais. Ao mesmo tempo esperamos que sejam repensados os usos dos espaços na Amazônia, no sentido de requalificar os espaços residenciais dotando-os de infraestruturas, qualidade de vida à população e possibilitando o equilíbrio nas dinâmicas ambientais.

BIBLIOGRAFIA

Obras e artigos

- Ab'Sáber, A. N. (2003) *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial.
- Ab'Sáber, A. N. (2005) "Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira", *Estudos Avançados*, 16(45), pp. 7-30. doi: 10.1590/s0103-40142002000200002.
- Ab'Sáber, A. N. (2010) "Zoneamento fisiográfico e ecológico do espaço total da Amazônia Brasileira", *Estudos Avançados*, 24(68), pp. 15-24. doi: 10.1590/S0103-40142010000100004.
- Abramovay, M., Castro, M. G., Pinheiro, L. de C., Lima, F. de S. & Martinelli, C. da C. (2002) *Juventude, violência e vulnerabilidade social na América Latina: desafios para políticas públicas*. Brasília: UNESCO.
- Acselrad, H. (2006) "Vulnerabilidade ambiental, processos e relações", Comunicação ao II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, FIBGE, Rio de Janeiro, 25.
- Adger, W. N. (2006) "Vulnerability", *Global Environmental Change*, 16(3), pp. 268-281. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006.
- Adorno, R. de C. F. (2001) *Capacitação solidária: um olhar sobre os jovens e sua vulnerabilidade social*. São Paulo: Associação de Apoio ao Programa Capacitação Solidária.
- Agência Nacional de Águas (2005) *Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil*. [online]. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf> (Acedido em 6 Dezembro 2016).
- Agência Nacional de Águas (2011) *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2011* [online]. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/Downloads/2011/1 - RELATÓRIO DE CONJUNTURA - INFORME/Conjuntura_2011.pdf. (Acedido em 6 Dezembro 2016).
- Agência Nacional de Águas (2013) *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil* [online]. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html (Acedido em 6 Dezembro 2016).
- Agência Nacional de Águas (2017) *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno* [online]. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/relatorio-conjuntura-2017.pdf/view> (Acedido em 6 Dezembro 2016).
- Alcántara-Ayala, I. (2002) "Geomorphology, natural hazard, vulnerability and prevention of natural disasters developing countries", *Geomorphology*, 47(2), pp. 107-124. doi: 10.1016/S0169-555X(02)00083-1.
- Ale, B. J. M. (2002) "Risk assessment practices in The Netherlands", *Safety Science*, 40(1-4), pp. 105-126. doi: 10.1016/s0925-7535(01)00044-3.
- Alexander, D. (2011) "Modelos de vulnerabilidade social a desastres", *Revista Crítica de Ciências Sociais*,

93, pp.9-29. doi: 10.4000/rccs.113.

Almeida, L. Q. de (2010) “Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará”. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista.

Almeida, L. Q. de (2011) “Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na geografia”, *Revista Mercator*, 10(23), pp. 83-99. doi: 10.4215/RM2011.1023.0007.

Almeida, L. Q. de (2012) *Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações*. São Paulo: Cultura Acadêmica.

Almeida, L. Q. de, Bindé, P. J., Carvalho, R. J. M. de & Araújo, S. M. S. de (2017) *Enfoques multidisciplinares sobre desastres*. Natal: SABEH.

Almeida, L. Q. de & Carvalho, P. F. de (2010) “Representações, riscos e potencialidades de rios urbanos: análise de um (Des)caso histórico”, *Caminhos de Geografia*, 11(34), pp. 145-161.

Almeida, L. Q. de, Welle, T. & Birkmann, J. (2016) “Disaster risk indicators in Brazil: A proposal based on the world risk index”, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 17, pp. 251-272. doi: 10.1016/j.ijdr.2016.04.007.

Almeida, M. C. de M., Caiaffa, W. T., Assunção, R. M. & Proietti, F. A. (2007) “Spatial vulnerability to dengue in a Brazilian urban area during a 7-year surveillance”, *Journal of Urban Health*, 84(3), pp. 334-345. doi: 10.1007/s11524-006-9154-2.

Almeida, N. A. S. de, Araújo, J. J. C. do N. & Rodrigues, F. M. (2009) “A Teoria dos Lugares Centrais e sua aplicabilidade no Programa Zona Franca Verde no Amazonas”, *Redes. Revista do Desenvolvimento Regional*, 14(1), pp. 106-120. doi: 10.17058/redes.v14i1.876.

Alvala, R. C. S. & Barbieri, A. F. (2017) “Desastres naturais”, em Nobre CA & M JA (eds.) *Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar*. 1.ª ed. São José dos Campos: INPE, pp. 203-230.

Alves, H. P. da F. (2006) “Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais”, *Revista Brasileira de Estudos de População*, 23(1), pp.43-59. doi: 10.1590/s0102-30982006000100004.

Alves, H. R. (2015). A gestão de riscos de desastres naturais no Brasil face as mudanças sociais e ambientais desencadeadas pelo processo de urbanização. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental, Escola Superior Dom Helder Câmara, Belo Horizonte.

Alves, R. B., Kuhnen, A., Battiston, M. & Battiston, M. (2015) ““Lar doce lar”: apego ao lugar em área de risco diante de desastres naturais”, *Psico*, 46(2), pp. 155-164. doi: 10.15448/1980-8623.2015.2.17484.

Aragão, L. E. O. C., Anderson, L. O., Fonseca, M. G., Rosan, T. M., Vedovato, L. B., Wagner, F. H., Silva, C. V. J., Silva Junior, C. H. L., ... Saatchi, S. (2018) “21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions”, *Nature Communications*, 9(1), pp. 1-12. doi: 10.1038/s41467-017-02771-y.

Araújo, I. L. (2003) *Introdução à filosofia da ciência*. Curitiba: UFPR.

Archela, R. S. & Archela, E. (2008) “Síntese cronológica da cartografia no Brasil”, *Portal de Cartografia das Geociências*, 1(1), pp. 93-110. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/article/view/1364>. (Acedido em 5 Janeiro

2017).

Aron, A., Aron, E. N. & Smollan, D. (1992) "Inclusion of Other in the Self Scale and the Structure of Interpersonal Closeness", *Journal of Personality and Social Psychology*, 63(4), pp. 596-612. doi: 10.1037/0022-3514.63.4.596.

Asner, G. P. (2001) "Cloud cover in Landsat observations of the Brazilian Amazon", *International Journal of Remote Sensing*, 22(18), pp. 3855-3862. doi: 10.1080/01431160010006926.

Assis, M. V. & Mattos, E. A. de (2016) "Vulnerabilidade da vegetação de campos de altitude às mudanças climáticas", *Oecologia Australis*. 20(2), pp. 162-174. doi: 10.4257/oeco.2016.2002.03.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2009) *NBR ISO 31000: Gestão de riscos - Princípios e diretrizes*, *Abnt Nbr Iso 31000:2009*. Rio de Janeiro: ABNT.

Athayde, S., Buschbacher, R. & Bernasconi, P. (2016) "Resilience, uncertainty and management of complex social-ecological systems", *Sustentabilidade em Debate*, 7(2), pp. 179-183. doi: 10.18472/SustDeb.v7n2.2016.19872.

Atreya, A. & Kunreuther, H. (2016) "Measuring community resilience: the role of the community rating system (CRS)", *SSRN*, pp.1-38. doi: 10.2139/ssrn.2788230.

Aven, T. (2011) "On some recent definitions and analysis frameworks for risk, vulnerability, and resilience", *Risk Analysis*, 31(4), pp. 515-522. doi: 10.1111/j.1539-6924.2010.01528.x.

Aven, T. (2013) "On the meaning and use of the risk appetite concept", *Risk Analysis*, 33(3), pp. 462-468. doi: 10.1111/j.1539-6924.2012.01887.x.

Aven, T. & Renn, O. (2010) *Risk management and governance: concepts, guidelines and applications*, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-13926-0.

Aye, Z. C., Jaboyedoff, M., Derron, M.-H. & Westen, C. J. Van (2015) "Prototype of a web-based participative decision support platform in natural hazards and risk management", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(3), pp. 1201-1224. doi: 10.3390/ijgi4031201.

Aye, Z. C., Sprague, T., Cortes, V. J., Prenger-Berninghoff, K., Jaboyedoff, M. & Derron, M.-H. (2016) "A collaborative (web-GIS) framework based on empirical data collected from three case studies in Europe for risk management of hydro-meteorological hazards", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 15, pp. 10-23. doi: 10.1016/j.ijdrr.2015.12.001.

Ayres, J. R. de C. M. (2011) "Desenvolvimento histórico-epistemológico da epidemiologia e do conceito de risco", *Cadernos de Saúde Pública*, 27(7), pp. 1301-1311. doi: 10.1590/s0102-311x2011000700006.

Baena, A. L. M. (2004) *Ensaio corográfico sobre a província do Pará*. Brasília: Senado Federal.

Baena, A. R. C. & Dutra, S. (1982) *Propriedades físicas dos principais solos da Amazônia brasileira em condições naturais*. Belém: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Ball, S. J. (2004) "Performatividade, privatização e o pós-Estado do bem-estar", *Educação & Sociedade*, 25(89), pp. 1105-1126. doi: 10.1590/S0101-73302004000400002.

Baltrusis, N. & D'Ottaviano, M. C. L. (2009) "Ricos e pobres, cada qual em seu lugar: a desigualdade socio-espacial na metrópole paulistana", *Caderno CRH*, 22(55), pp. 135-149. doi: 10.1590/S0103-49792009000100008.

Bandeira, A. P. N., Nunes, P. H. de S. & Lima, M. G. de S. (2016) "Gerenciamento de riscos ambientais

- em municípios da região metropolitana do Cariri (Ceará)", *Ambiente e Sociedade*, 19(4), pp. 65-84. doi: 10.1590/1809-4422ASOC0003R1V1942016.
- Bankoff, G. (2013) "The historical geography of disaster: 'Vulnerability' and 'local knowledge' in Western discourse", em Bankoff G., Frerks G. & Hilhorst D. *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*. London: Routledge, pp. 44-55. doi: 10.4324/9781849771924.
- Barchifontaine, C. (2006) "Vulnerabilidade e dignidade humana", *O mundo da Saúde*, 30(3), pp. 434-440.
- Barr, R. (1996) "A comparison of aspects of the US and UK censuses of population", *Transactions in GIS*, pp. 49-60. doi: 10.1111/j.1467-9671.1996.tb00033.x.
- Barr, S. (2008) *Environment and society: Sustainability, policy and the citizen*. Aldershot and Burlington: Ashgate Publishing.
- Barreto, A. (1958) *Fortificações do Brasil*. Brasil: Biblioteca do Exército.
- Bateira, C. V. de M., Soares, L. M. P. M., Rodrigues, D. M. M., Moura, R. M. M., Teixeira, M. A. da C. & Santos, M. S. M. (2014) "Movimentos de vertente no norte de Portugal: importância do comportamento hidrológico das formações supreficiais", *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 15(4), pp. 551-565. doi: 10.20502/rbg.v15i4.538.
- Batistella, M., Moran, E. & Bolfe, É. L. (2008) "Geoinformação e gestão ambiental na América Latina e no Caribe em tempos de mudanças globais", em Moran E & Batistella M (eds.) *Geoinformação e monitoramento ambiental na América Latina*. 1.ª ed. São Paulo: SENAC, pp. 266-277.
- Beck, U. (1998) *La sociedad del riesgo. hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Paidós Iberica Ediciones. doi: 10.2307/2579937.
- Becker, B. & Egler, C. A. G. (2003) *Brasil: uma potência regional na economia-mundo*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Becker, B. K. (2005) "Amazônia: projeto nacional, política regional e instrumentos econômicos", em May PH et al. (eds.) *Instrumentos econômicos para o desenvolvimento sustentável na Amazônia Legal brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Bento-Gonçalves, A., Lourenço, L. & Silva, J. D. da (2015) "Manifestação do risco de incêndio florestal, causas e investigação criminal", *Territorium*, 14, pp. 81-87. doi: 10.14195/1647-7723_14_8.
- Bento-Gonçalves, A., Vieira, A. A. B., Ferreira-Leite, F. & Lourenço, L. (2012) "Mudanças climáticas e risco de incêndio florestal no ave (noroeste de Portugal)", *Revista GeoNorte*, 1(4), pp. 830-842.
- Bergstrand, K., Mayer, B., Brumback, B. & Zhang, Y. (2015) "Assessing the relationship between social vulnerability and community resilience to hazards", *Social Indicators Research*, 122(2), pp. 391-409. doi: 10.1007/s11205-014-0698-3.
- Bernstein, P. L. (1998) *Against the gods: the remarkable story of risk*. United States of America: John Wiley & Sons. doi: 10.2307/253563.
- Beroutchachvili, N. & Bertrand, G. (1978) "Le Géosystème ou système territorial naturel", *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 49(2), pp. 167-180.
- Beroya-Eitner, M. A. (2016) "Ecological vulnerability indicators", *Ecological Indicators*, 60, pp. 329-334. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.07.001.
- Berrouet, L. M., Machado, J. & Villegas-Palacio, C. (2018) "Vulnerability of socio-ecological systems: a

- conceptual framework”, *Ecological Indicators*, 84, pp. 632-647. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.07.051.
- Berry, B. J. L. (1964) “Approaches to Regional Analysis: A Synthesis”, *Annals of the Association of American Geographers*, 54(1), pp. 2-11. doi: 10.1111/j.1467-8306.1964.tb00469.x.
- Bertalanffy, L. von (1968) *General system theory; foundations, development, applications*. New York: George Braziller.
- Bertrand, G. (1968) “Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique”, *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 39(3), pp. 249-272.
- Bertrand, G. (2004) “Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico”, *RA’E GA - O Espaço Geográfico em Análise*, 8(8), pp. 141-152. doi: 10.5380.
- Beven, J. L. (2017) “The 2016 Atlantic Hurricane Season: Matthew Leads an Above-Average Season”, *Weatherwise*, 70 (3), pp. 28-35. doi: 10.1080/00431672.2017.1299474.
- Bezerra, K. R. A. (2017) *Os fatores influenciadores da vulnerabilidade socioeconômica e ambiental no Ceará: uma avaliação político-institucional*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- Bhowmik, S. K. (2010) “Urban public space and the urban poor”, em Banerjee-Guha S (ed) *Accumulation by Dispossession: Transformative Cities in the New Global Order*, India: SAGE Publications India Pvt Ltd. pp. 182-197. doi: 10.4135/9788132105923.n10.
- Binsztok, J. & Carneiro, M. (2015) “Integração nacional, desenvolvimento capitalista e projetos modernizantes na Amazônia: retrospectiva e perspectiva de despojos da mineração Rio do Norte - PA”, *Revista Nera*, 28(18), pp. 92-105. doi: 10.47946/rnera.v0i28.3993.
- Birkmann, J. & Welle, T. (2015) “Assessing the risk of loss and damage: exposure, vulnerability and risk to climate-related hazards for different country classifications”, *International Journal of Global Warming*, 8(2), pp. 191-212. doi: 10.1504/IJGW.2015.071963.
- Birkmann, J. & Wisner, B. (2006) *Measuring the unmeasurable: the challenge of vulnerability*. Bonn. Alemanha: UNU Institute for Environment and Human Security. Disponível em: <http://www.ihdp.unu.edu/file/get/3962.pdf>. (Acedido em 04 junho 2018)
- Blaschke, T. & Kux, H. (2005) *Sensoriamento remoto e SIG avançados - novos sistemas sensores, métodos inovadores*. São Paulo: Oficina de Textos Ltda.
- Boer, J. de (2015) “Resilience and the fragile city”, *Stability: International Journal of Security and Development*, 4(1), pp. 1-7. doi: 10.5334/sta.fk.
- Bohle, H. G., Downing, T. E. & Watts, M. J. (1994) “Climate change and social vulnerability”, *Global Environmental Change*, 4(1), pp. 37-48. doi: 10.1016/0959-3780(94)90020-5.
- Böhm, G. & Tanner, C. (2013) “Environmental risk perception”, em Steg L, Van den Berg AE, & Groot JIM (ed.) *Environmental psychology: An introduction*. Washington: American Psychological Association. pp. 15-25. doi: 10.1002/9781118467206.ch22.
- Bolfe, É. L., Matias, L. F. & Ferreira, M. C. (2008) “Sistemas de Informação Geográfica: uma abordagem contextualizada na história”, *Geografia*, 33(1), pp. 69-78.
- Bolfe, É. L., Vicente, L. E., Andrade, R. G., Victoria, D. de C. & Batistella, M. (2011) *A evolução histórica dos Sistemas de Informações Geográficas*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite.
- Bolin, B. & Kurtz, L. C. (2018) “Race, class, ethnicity, and disaster vulnerability”, em Rodriguez H, Donner

- W & Trainor J (ed.) *Handbook of disaster research*. Alemanha: Springer, pp. 181-203.
- Bolin, R. & Stanford, L. (2006) *The Northridge earthquake: Vulnerability and disaster, The Northridge Earthquake: Vulnerability and Disaster*. London: Routledge. doi: 10.4324/9780203028070.
- Bomfim, P. R. de A. (2010) “Fronteira amazônica e planejamento na época da ditadura militar no Brasil: inundar a Hileia de civilização”, *Boletim Goiano de Geografia*, 30(1), pp. 13-33. doi: 10.5216/bgg.v30i1.11191.
- Bonfim, C. & Medeiros, Z. (2008) “Epidemiologia e geografia: dos primórdios ao geoprocessamento”, *Espaço para a Saúde*, 10(1), pp. 53-62.
- Bostrom, N. & Cirkovic, M. (2016) *Global catastrophic risks*. New York: Oxford University Press.
- Boteler, F. E. (2007) “Building disaster-resilient families, communities, and businesses”, *Journal of Extension*, 45(6), pp. 665.
- Botzen, W. J. W., Bouwer, L. M., Scussolini, P., Kuik, O., Haasnoot, M., Lawrence, J. & Aerts, J. C. J. H. (2018) “Integrated disaster risk management and adaptation”, em Mecheler R (ed.), *Loss and Damage from Climate Change*. Springer Nature. pp. 287-315. doi: 10.1007/978-3-319-72026-5_12.
- Boulos, M. N. K., Lu, Z., Guerrero, P., Jennett, C. & Steed, A. (2017) “From urban planning and emergency training to Pokémon Go: applications of virtual reality GIS (VRGIS) and augmented reality GIS (ARGIS) in personal, public and environmental health”, *International Journal of Health Geographics*, 16(7), pp. 1-11. doi: 10.1186/s12942-017-0081-0.
- Bouzelha, K., Hammoum, H., Saradouni, F. & Benamar, A. (2018) “Assessment of the vulnerability index of small dams to natural hazards: case study”, em: Makhoulf ASH & Aliofkhazraei M (ed.) *Handbook of materials failure analysis*. Butterworth-Heinemann, Oxford, pp 329–350.
- Braga, P. I. S. (1979) “Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica”, *Acta Amazonica*, 9(4 suppl 1), pp. 53-80. doi: 10.1590/1809-43921979094s053.
- Braga, T. M., Oliveira, E. L. de & Givisiez, G. H. N. (2006) “Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática”, *São Paulo em Perspectiva*, 20(1), pp. 81-95.
- Breton, D. Le (2017) *Sociologie du risque*. França: Presses universitaires de France.
- Brewer, C. (2015) *Designing better maps: A Guide for GIS users*. ESRI press.
- Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N. & Vella, S. (2009) “Economic vulnerability and resilience: Concepts and measurements”, *Oxford Development Studies*, 37(3), pp. 229-247. doi: 10.1080/13600810903089893.
- Bringezu, S., Ramaswami, A., Schandl, H., O'Brien, M. & Pelton, R. (2017) *Assessing global resource use: a systems approach to resource efficiency and pollution reduction*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- Brito, J. L. S. & Rosa, R. (1994) “Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica”, *Sociedade & Natureza*, 6(11-12), pp. 61-77.
- Brito, M. M. de & Evers, M. (2016) “Multi-criteria decision-making for flood risk management: A survey of the current state of the art”, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(4), pp. 1019-1033. doi: 10.5194/nhess-16-1019-2016.

- Broadbent, E. N., Asner, G. P., Keller, M., Knapp, D. E., Oliveira, P. J. C. & Silva, J. N. (2008) "Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon", *Biological Conservation*, 141(7), pp. 1745-1757. doi: 10.1016/j.biocon.2008.04.024.
- Brooks, N. (2003) "Vulnerability, risk and adaptation: a conceptual framework", *Tyndall Centre for Climate Change Research*. University of East Anglia, Norwich.
- Brown, F. I., Schroeder, W., Setzer, A., Rios, M. M. de los, Pantoja, N., Duarte, A. & Marengo, J. A. (2006) "Monitoring fires in southwestern Amazonia rain forests", *Eos*, 87(26), pp. 253-255. doi: 10.1029/2006EO260001.
- Brüseke, F. J. (2001) *A técnica e os riscos da modernidade*. Florianópolis: UFSC.
- Brüseke, F. J. (2014) "Sociologia da inovação técnica: da crítica à técnica ao design sócio-técnico", *Tomo*, 25(jun/dez-2014), pp.131-156. doi: <https://doi.org/10.21669/tomo.v0i0.3437>.
- Bryant, R. L. & Bailey, S. (1997) *Third world political ecology*. New York: Routledge. doi: 10.2307/216150.
- Budhathoki, N. R., Bruce, B. & Nedovic-Budic, Z. (2008) "Reconceptualizing the role of the user of spatial data infrastructure", *GeoJournal*, 72(3-4), pp. 149-160. doi: 10.1007/s10708-008-9189-x.
- Bulzico, B. A. A. & Gomes, E. B. (2010) "Desenvolvimento sustentável e direito humano ao meio ambiente: breves apontamentos", *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 1(1), pp. 1-22.
- Burrough, P. A., McDonnell, R. A. & Lloyd, C. D. (2015) *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford: Oxford University Press.
- Caldeira, J. (1999) *A nação mercantilista: ensaio sobre o Brasil*. São Paulo: Editora 34.
- Calogero, A., Flores, P., Biscan, B. & Jarrot, S. (2017) *A participatory approach to urban planning in slum neighbourhoods of the metropolitan area of Port-au-Prince*. Summary Report. Urban Crises Learning Partnership (UCLP).
- Calvert, C. K. (1932) "Contamination of ground water by impounded garbage waste", *Journal - American Water Works Association*, 24(2), pp. 266-270. doi: 10.1002/j.1551-8833.1932.tb14641.x.
- Calvo, C. & Dercon, S. (2005) *Measuring Individual Vulnerability*, N° 229, Economics Series Working Papers, University of Oxford, Department of Economics. [online] Disponível em: <https://EconPapers.repec.org/RePEc:oxf:wpaper:229>. (Acedido em 6 agosto 2018).
- Câmara, G. & Medeiros, J. S. de (2003) "Tendências de evolução do geoprocessamento", em Assad, E D & Sano, E (eds.) *Sistemas de Informações Geográficas*. 2.ª ed. Brasília: Embrapa, pp. 411-424.
- Câmara, G., Souza, R. C. M., Freitas, U. M. & Garrido, J. (1996) "Spring: Integrating remote sensing and gis by object-oriented data modelling", *Computers and Graphics (Pergamon)*, 20(3), pp. 395-403. doi: 10.1016/0097-8493(96)00008-8.
- Campbell, J. B. & Wynne, R. H. (2011) *Introduction to Remote Sensing*. New York: Guilford Press.
- Campbell, S. (2005) "Determining overall risk", *Journal of Risk Research*, 8(7-8), pp. 569-581. doi: 10.1080/13669870500118329.
- Cannon, T. (1994) "Vulnerability analysis and the explanation of "natural" disasters", em: Varley A (ed.), *Disasters, Development and Environment*, Chichester: John Wiley, pp. 13-30.
- Cannon, T. (2008) *Reducing people's vulnerability to natural hazards: communities and resilience*, Paper presented at the WIDER Conference on Fragile States—Fragile Groups: Tackling Economic and Social

Vulnerability. 15–16 June. Helsinki, Finland.

Cannon, T. & Müller-Mahn, D. (2010) “Vulnerability, resilience and development discourses in context of climate change”, *Natural Hazards*, 55(1), pp. 621-635. doi: 10.1007/s11069-010-9499-4.

Cardoso, D., Särkinen, T., Alexander, S., Amorim, A. M., Bittrich, V., Celis, M., Daly, D. C., Fiaschi, P., ... Forzza, R. C. (2017) “Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(40), pp. 10695-10700. doi: 10.1073/pnas.1706756114.

Carmo, M. E. do & Guizardi, F. L. (2018) “O conceito de vulnerabilidade e seus sentidos para as políticas públicas de saúde e assistência social”, *Cadernos de Saúde Pública*, 34(3), pp. 1-14. doi: 10.1590/0102-311x00101417.

Carneiro, D. de S., Souza, J. C. R. de, Vicens, R. S. & Carvalho, J. A. L. de (2009) “Morfofodinâmica do rio Solimões e implicações sociais: uma proposta de educação ambiental com o suporte das geotecnologias e do conhecimento tradicional”, *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Natal, pp. 2381-2387.

Carrara, A., Cardinali, M., Guzzetti, F. & Reichenbach, P. (1995) “GIS technology in mapping landslide hazard”, em Carrara, A & Guzzetti, F (eds.) *Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards*. Dordrecht: Springer.

Carreño, M. L., Cardona, O. D., Marulanda, M. C. & Barbat, A. H. (2006) “Índice para medir el desempeño de la gestión de riesgos”, *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 11(1), pp. 25-44.

Cartier, R., Barcellos, C., Hübner, C. & Porto, M. F. (2009) “Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental”, *Cadernos de Saúde Pública*, 25(12), pp. 2695-2704. doi: 10.1590/s0102-311x2009001200016.

Carvalho, A. C. L. & Rocha, G. de M. (2020) “Análise dos riscos e da vulnerabilidade socioambiental urbana, face ao desenvolvimento desordenado e a pressão aos recursos hídricos em Belém -PA”, *Brazilian Journal of Development*, 6(4), pp. 18127-18142. doi: 10.34117/bjdv6n4-108.

Carvalho, G. M. B. S., Souza, M. J. N. & Santos, S. M. (2003) “Análise da vulnerabilidade à erosão: bacias dos rios Aracatiaçu e Aracatimirim (CE)”, *Anais XI SBSR*, Belo Horizonte, pp. 1281 - 1288. Disponível em: http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.05.15.17/doc/12_040.pdf. (Acedido em 9 novembro 2018).

Castro, C. M. de, Peixoto, M. N. de O. & Rio, G. A. P. do (2005) “Riscos ambientais e Geografia: conceituações, abordagens e escalas”, *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 28(2), pp. 11-30. Disponível em: http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_2005/Anuario_2005_11_30.pdf. (Acedido em 17 dezembro 2017).

Cavalcanti, C. (1994) *Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco.

Cebollada, À. (2009) “Mobility and labour market exclusion in the Barcelona Metropolitan Region”, *Journal of Transport Geography*, 17(3), pp. 226-233. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2008.07.009.

Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (2012) “Promoção da cultura de riscos de desastres: relatório final”. Florianópolis: UFSC.

Chagué-Goff, C., Nichol, S. L., Jenkinson, A. V. & Heijnis, H. (2000) “Signatures of natural catastrophic events and anthropogenic impact in an estuarine environment, New Zealand”, *Marine Geology*, 167(3-

4), pp. 285-301. doi: 10.1016/S0025-3227(00)00035-9.

Chakraborty, D., Chakraborty, D., Sarkar, D., Agarwal, S., Dutta, D. & Sharma, J. R. (2015) "Web based GIS application using Open Source Software for sharing geospatial data", *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 4(1), pp. 1224-1228. Disponível em: <http://technical.cloud-journals.com/index.php/IJARSG/article/view/452>. (Acedido em 7 fevereiro 2019).

Chatterjee, P. & Finger, M. (2014) *The earth brokers: power, politics and world development*. New York: Routledge.

Christofoletti, A. (1979) *Análises de sistemas em geografia*. São Paulo: Hucitec EDUSP.

Cin, R. D. & Simeoni, U. (1994) "A model for determining the classification, vulnerability and risk in the southern coastal zone of the Marche (Italy)", *Journal of Coastal Research*, 10(1), pp. 18-29.

Clarke, G., Franklin, R. S. & Newing, A. (2018) *GIS and the Social Sciences: Theory and Applications*. Abingdon: Routledge.

Clayton, K., Chorley, R. J. & Kennedy, B. A. (2006) "Physical Geography: a systems approach", *The Geographical Journal*, 138(2), p. 246-247. doi: 10.2307/1795984.

Cleveland, W. S. (2001) "Data science: an action plan for expanding the technical areas of the field of Statistics", *International Statistical Review*, 69(1), pp. 21-26.

Coimbra Jr., C. E. A. & Santos, R. V. (2000) "Saúde, minorias e desigualdade: algumas teias de inter-relações, com ênfase nos povos indígenas no Brasil", *Ciência & Saúde Coletiva*, 5(1), pp. 125-132. doi: 10.1590/s1413-81232000000100011.

Condie, K. C. (2011) *Earth as an Evolving Planetary System*. London: Elsevier.

Contini, S., Bellezza, F., Christou, M. D. & Kirchsteiger, C. (2000) "The use of geographic information systems in major accident risk assessment and management", *Journal of Hazardous Materials*, 78(1-3), pp. 223-245. doi: 10.1016/S0304-3894(00)00224-7.

Cooke, D. (1998) "Topology and TIGER: the census bureau's contribution", em Foresman T (ed.) *The history of geographic information systems: perspective from the pioneers*. Upper saddle River, NJ: Prentice Hall. pp. 47-57.

Cools, S., Markussen, S. & Strøm, M. (2017) "Children and Careers: How Family Size Affects Parents' Labor Market Outcomes in the Long Run", *Demography*, 54(5), pp. 1773-1793. doi: 10.1007/s13524-017-0612-0.

Coppock, J. T. & Rhind, D. W. (1991) "The History of GIS", em Maguire DJ, Goodchild MF & Rhind DW (eds.) *Geographical Information Systems*. 1.ª ed. New York: John Wiley and Sons, pp. 21-43.

Cordeiro, A. M. R., Caridade, P. J. S. B., Cunha, F. L. R. & Paciência, A. F. M. (2007) "Sistemas de Informação Geográfica na gestão do risco", *Cadernos de Geografia*, 26/27(2007-2008), pp. 203-27.

Corral-Verdugo, V. (2005) "Psicologia Ambiental: objeto, "realidades" sócio-físicas e visões culturais de interações ambiente-comportamento", *Psicologia USP*, 16(1-2), pp. 1-17. doi: 10.1590/S0103-65642005000100009.

Correia de Andrade, M. (2009) "Brasil: globalização e regionalização", *GEOgraphia*, 3(5), pp. 1-8. doi: 10.22409/geographia2001.v3i5.a13396.

Cosgrove, D. (1985) "Prospect, perspective and the evolution of the landscape idea", *Transactions of the Institute of British Geographers*. 10(1), pp. 45-62. doi: 10.2307/622249.

- Costa, G. G. da (2015) *Fortes portuguesas na Amazônia brasileira*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília.
- Coutinho, T. de C. (2017) *História ambiental da cidade dos índios (Etnia Tikuna) frente à urbanização da cidade do governo (Município de Tabatinga), Amazonas (1964 - 2017)*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande.
- Cova, T. J. (1999) "GIS in emergency management", em Longley (ed.) *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Applications, and Management*. New York: John Wiley. pp. 845-858.
- CPRM (2009) *Avaliação das águas de abastecimento público, da destinação dos resíduos sólidos, das áreas de risco geológico e dos insumos minerais para construção civil nas sedes dos municípios situados na região do Alto Solimões (AM)*. Manaus: CPRM.
- CPRM (2010) *Geodiversidade do Estado do Amazonas*. Manaus: CPRM.
- Crampton, J. W. (2010) *Mapping: a critical introduction to cartography and GIS*. United Kingdom: John Wiley & Sons. doi: 10.1002/9781444317411.
- Crampton, J. W. & Elden, S. (2016) "Space, knowledge and power: Foucault and geography", *Geographical Research*, 46(4), pp. 471-472. doi: 10.1111/j.1745-5871.2008.00542.x.
- Cunha, L. (2012) "Riscos climáticos no centro de Portugal. Uma leitura geográfica", *Revista Geonorte*, 4(4), pp. 105-115.
- Cunha, L. (2013) "Vulnerabilidade: a face menos visível do estudo dos riscos naturais", *Riscos naturais, antrópicos e mistos. Homenagem ao Professor Fernando Rebelo*, (November), pp. 153-165. doi: 10.13140/RG.2.1.4735.8802.
- Cunha, L. (2016) "Vulnerabilidade e riscos naturais: exemplos em Portugal", em Freitas MIC, Lombardo MA & Zacharias AA (eds.) *Vulnerabilidades e Riscos: Reflexões e Aplicações na Análise do Território*, São Paulo: UNESP, pp.55-62.
- Cunha, L. & Dimuccio, L. (2001) "Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição", *Territorium - Coimbra*, 9(2002), pp. 1-22.
- Cunha, L. & Rocha, R. (2016) "Ensino da Geografia e riscos naturais: reflexões a propósito de um mapa de riscos naturais do Vale de Coselhas (Coimbra)", *Cadernos de Geografia*, (16), pp. 25-38. doi: 10.14195/0871-1623_16_3.
- Cunha, L., Tavares, A., Mendes, J. & Freiria, S. (2010) "Social vulnerability to natural and technological hazards: the relevance of scale", em Soares G & Martorell (eds.) *Reliability, Risk, and Safety: Theory and Applications*, London: Taylor & Francis, pp. 445-451. doi: 10.1201/9780203859759.ch62.
- Cunha, S. B. da (2010) "Morfologia dos canais urbanos nos trópicos úmidos: a experiência no Brasil", *VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física*, Coimbra: Universidade de Coimbra, pp. 1-14.
- Cunha, S. B. da & Guerra, J. T. (2011) *Geomorfologia do Brasil*. 7.ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Cutter, S. L. (1993) *Living with risk: the geography of technological hazards*. Londres: Hodder Education Publishers.
- Cutter, S. L. (1996) "Social vulnerability to environmental hazards", *Progress in Human Geography*, 20(4), pp. 529-539. doi: 10.1177/030913259602000407.
- Cutter, S. L. (2003) "The vulnerability of science and the science of vulnerability", *Annals of the Association of American Geographers*, 93(1), pp. 1-12. doi: 10.1111/1467-8306.93101.

- Cutter, S. L. (2006a) *Hazards vulnerability and environmental justice*. 1.ª ed. London: Routledge. doi: 10.4324/9781849771542.
- Cutter, S. L. (2006b) "The geography of social vulnerability: race, class, and catastrophe." Em *Understanding Katrina: Perspectives from the Social Sciences*. New York: Social Science Research Council.
- Cutter, S. L. (2011) "A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores", *Revista Crítica de Ciências Sociais*, (93), pp. 59-69.
- Cutter, S. L. (2016a) "Resilience to what? Resilience for whom?", *Geographical Journal*, 182(2), pp. 110-113. doi: 10.1111/geoj.12174.
- Cutter, S. L. (2016b) "The landscape of disaster resilience indicators in the USA", *Natural Hazards*, 80(2), pp. 741-758. doi: 10.1007/s11069-015-1993-2.
- Cutter, S. L. (2017) "The Perilous Nature of Food Supplies: Natural Hazards, Social Vulnerability, and Disaster Resilience", *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 59(1), pp. 4-15. doi: 10.1080/00139157.2017.1252603.
- Cutter, S. L., Ash, K. D. & Emrich, C. T. (2014) "The geographies of community disaster resilience", *Global Environmental Change*. Pergamon, 29, pp. 65-77. doi: 10.1016/J.GLOENVCHA.2014.08.005.
- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C. G., Evans, E., Tate, E. & Webb, J. (2008) "A place-based model for understanding community resilience to natural disasters", *Global Environmental Change*, 18(4), pp. 598-606. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J. & Shirley, W. L. (2003) "Social vulnerability to environmental hazards", *Social science quarterly*, 84(2), pp. 242-261.
- Cutter, S. L., Burton, C. G. & Emrich, C. T. (2010) "Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions", *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 7(1), pp. 1-22. doi: 10.2202/1547-7355.1732.
- Cutter, S. L., Emrich, C. T., Gall, M. & Reeves, R. (2017) "Flash flood risk and the paradox of urban development", *Natural Hazards Review*, 19(1), p. 05017005.
- Cutter, S. L. & Finch, C. (2008) "Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(7), pp. 2301-2306. doi:org/10.1073/pnas.0710375105.
- Cutter, S. L., Mitchell, J. T. & Scott, M. S. (2000) "Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown county, South Carolina.", *Annals of the Association of American Geographers*, 90(4), pp. 713-737. doi: 10.1111/0004-5608.00219.
- D'Agostini, S., Bacilieri, S., Vitiello, N., Hojo, H., Bilynskyj, M. C. V., Batista Filho, A. & Rebouças, M. M. (2003) "Ciclo econômico da borracha seringueira *Hevea Brasiliensis* (Hbk) M. Arg.", *O Biológico*, 70(2), pp. 6-14.
- Dalbosco, C. A., Pagni, P. A. & Gallo, S. (2018) *Filosofia da educação como práxis humana*. São Paulo: Cortez.
- Dauphiné, A. (2001) *Risques et catastrophes observer, spatialiser, comprendre, gérer*, Collection U. Géographie. Paris: Armand Colin.
- Demajorovic, J. (2000) *Sociedade de risco e responsabilidade socioambiental: perspectivas para a educação corporativa*, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em :

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48132/tde-27022005-143102/publico/Apresentacao.pdf>. (Acedido em 12 Agosto 2018).

Depietri, Y. (2015) *Ecosystem services in practice: well-being and vulnerability of two European urban areas*, Tese de Doutorado, Autonomous University of Barcelona, Barcelona. Disponível em: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/285738/yd1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (Acedido em 3 Setembro 2018).

Deschamps, M. V. (2004) *Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba/PR*, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/531>. (Acedido em 3 Setembro 2018).

Dias, M. das G. S. (2012) “Fundamentos da ocupação da Amazônia Colonial”, *Textos e Debates*, 1(5), pp. 33-39. doi: 10.18227/2217-1448ted.v1i5.1018.

Dias, M. N. (1967) “Colonização da Amazônia (1755 - 1778)”, *Revista de História*, 34(70), pp. 471-490. doi: 10.11606/issn.2316-9141.rh.1967.126117.

Dias, R. L. & Perez Filho, A. (2017) “Novas considerações sobre geossistemas e organizações espaciais em geografia”, *Sociedade & Natureza*, 29(3), pp. 413-425.

Dias, T. A. (2018) “O negócio do pau-brasil, a sociedade mercantil Purry, Mellish and Devisme e o mercado global de corantes: escalas mercantis, instituições e agentes ultramarinos no século XVIII”, *Revista de História*, 177(a03117), pp. 1-39. doi: 10.11606/issn.2316-9141.rh.2018.133277.

Diderot, D. (1772) *Oeuvres philosophiques*. Amsterdam: Chez Marc - Michel Rey.

Dilling, L., Daly, M. E., Travis, W. R., Wilhelmi, O. V. & Klein, R. A. (2015) “The dynamics of vulnerability: why adapting to climate variability will not always prepare us for climate change”, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(4), pp. 413-425. doi: 10.1002/wcc.341.

Dooling, S. & Simon, G. . (2012) *Cities, nature and development: the politics and production of urban vulnerabilities*. London: Routledge.

Duarte, P. A. (2006) *Fundamentos de cartografia*. Florianópolis: Editora da UFSC.

Duarte, R. B. (2017) “Projetos para um país em projeto: o Clube de Engenharia e a Carta do Brasil ao Milionésimo”, *Terra Brasilis*, (8), pp.1-17. doi: 10.4000/terrabilis.2071.

Dytham, C. & Forman, R. T. T. (1996) “Land mosaics: the ecology of landscapes and regions”, *The Journal of Ecology*, 84(5), pp. 787-788. doi: 10.2307/2261341.

Eakin, H., Muñoz-Erickson, T. A. & Lemos, M. C. (2018) “Critical lines of action for vulnerability and resilience research and practice: lessons from the 2017 hurricane season”, *Journal of Extreme Events*, 5(02n03), 1850015. doi: 10.1142/s234573761850015x.

Earth Charter Initiative (2000) “The earth charter”. [online]. Disponível em: <https://www.oneplanetnetwork.org/initiative/earth-charter-initiative>. (Acedido em 09 setembro 2016)

Elliott, J. A. (2006) *An introduction to sustainable development*. 3.ª ed., London: Routledge.

Eloundou-Enyegue, P. M. (2004) “Pregnancy-related dropouts and gender inequality in education: a life-table approach and application to Cameroon”, *Demography*, 41(3), pp. 509-528. doi: 10.1353/dem.2004.0021.

Elwood, S. (2009) “Integrating participatory action research and GIS education: negotiating methodologies, politics and technologies”, em France D & Higgitt D (Eds.) *Journal of Geography in Higher*

Education, 33(1), pp. 51-65. doi: 10.1080/03098260802276565.

Engel, M., Brückner, H. & Earth, O. D. (2018) "Holocene climate variability of Mesopotamia and its impact on the history of civilisation", pp. 1-49. Disponível em: <https://doi.org/10.31223/osf.io/s2aqt>. (Acedido em 9 Outubro 2016)

Erman, A. E., Motte, E. G., Goyal, R., Asare, A. B., Takamatsu, S., Chen, X., Malgioglio, S., Skinner, A., ... Hallegatte, S. (2018) "The road to recovery: the role of poverty in the exposure, vulnerability and resilience to floods in Accra", *Policy Research Working Paper Series*, (June 2018). doi: 10.1596/1813-9450-8469.

Espinoza, J. C., Marengo, J. A., Ronchail, J., Carpio, J. M., Flores, L. N. & Guyot, J. L. (2014) "The extreme 2014 flood in south-western Amazon basin: the role of tropical-subtropical South Atlantic SST gradient", *Environmental Research Letters*, 9(12), pp. 1-10. doi: 10.1088/1748-9326/9/12/124007.

Euzébio, E. F. (2013) "Fronteira e horizontalidade: o caso das cidades gêmeas de Tabatinga e Leticia", *Perspectiva Geográfica*, 6(7), pp. 1-16.

Everard, M. & Moggridge, H. L. (2012) "Rediscovering the value of urban rivers", *Urban Ecosystems*, 15(2), pp. 293-314. doi: 10.1007/s11252-011-0174-7.

Falbo, R. N. & Keller, R. J. (2015) "Sociedade de risco: avanços e limites da teoria de Ulrich Beck", *Revista Quaestio Iuris*, 8(3), pp. 1992-2015. doi: 10.12957/rqi.2015.19388.

Falesi, I. C. (1986) "O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira", / *Simpósio do Trópico Úmido*, 1(1), pp. 168-191. Belém: Embrapa. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/394709/1/CPATUDoc36v1P168.pdf> (Acedido em 15 Dezembro 2018).

Fatemi, F., Ardalán, A., Aguirre, B., Mansouri, N. & Mohammadfam, I. (2017) "Social vulnerability indicators in disasters: Findings from a systematic review", *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Elsevier Ltd, 22(6), pp. 219-227. doi: 10.1016/j.ijdrr.2016.09.006.

Fearnside, P. M. (2009) "A vulnerabilidade da floresta amazônica perante as mudanças climáticas", *Oecologia Australis*, 13(4), pp. 609-618. doi: 10.4257/oeco.2009.1304.05.

Fedra, K. (1998) "Integrated risk assessment and management: overview and state of the art", em *Journal of Hazardous Materials*, 61(1-3), pp. 5-22. doi: 10.1016/S0304-3894(98)00102-2.

Fekete, A. (2009) "Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany", *Natural Hazards and Earth System Science*, 9(2), pp. 393-403. doi: 10.5194/nhess-9-393-2009.

Feldmeyer, D., Birkmann, J. & Welle, T. (2018) "Development of human vulnerability 2012 - 2017", *Journal of Extreme Events*, 4(4). doi: 10.1142/s2345737618500057.

Fernandes, A. G. (1998) *Fitogeografia brasileira*. 1.ª ed. Fortaleza: Multigraf.

Fernandes Silva, F. & Moreira dos Santos, J. (2014) "Aspectos ambientais da extração de argilas em áreas de planície fluvial do Baixo Jaguaribe - CE", *Revista Geonorte*, 5(20), pp. 135-140. doi: 10.21170

Ferreira, M. C. (2007) "O Mapa das Cortes e o Tratado de Madrid: a cartografia a serviço da diplomacia", *Varia Historia*, 23(37), pp. 51-69. doi: 10.1590/s0104-87752007000100004.

Fienberg, S. E., Martin, M. E. & Straf, M. L. (1985) *Sharing research data*. Washington: National Academy

Press.

Figueiredo, G. C., Braga, A. L., Eloi, F. H., Carvalho, A. S. & Calijuri, M. L. (2006) "Caracterização da fragilidade ambiental utilizando Sistema de Informações Geográficas", *COBRAC 2006 - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário*. Florianópolis: UFSC.

Figueirêdo, M. C. B. de, Teixeira, A. S., Araújo, L. de F. P., Rosa, M. F., Paulino, W. D., Mota, S. & Araújo, J. C. (2007) "Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização", *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 12(4), pp. 399-409. doi: 10.1590/S1413-41522007000400006.

Filizola, N., Silva, A. V. Da, Santos, A. M. C. dos & Oliveira, M. A. (2006) "Cheias e secas na Amazônia: breve abordagem de um contraste na maior bacia hidrográfica do globo", *T&C Amazônia*, 9(1), pp. 42-49.

Finch, C., Emrich, C. T. & Cutter, S. L. (2010) "Disaster disparities and differential recovery in New Orleans", *Population and Environment*, 31(4), pp. 179-202. doi: 10.1007/s11111-009-0099-8.

Florenzano, T. G. (2005) "Geotecnologias na Geografia aplicada: difusão e acesso", *Revista do Departamento de Geografia*, Universidade de São Paulo, 17(2005), pp. 24-29. doi: 10.7154/RDG.2005.0017.0002.

Foerster, V., Vogelsang, R., Junginger, A., Asrat, A., Lamb, H. F., Schaebitz, F. & Trauth, M. H. (2015) "Environmental change and human occupation of southern Ethiopia and northern Kenya during the last 20,000 years", *Quaternary Science Reviews*, 129(1), pp. 333-340. doi: 10.1016/j.quascirev.2015.10.026.

Foresman, T. W. (1998) *The history of geographic information systems: perspective from the pioneers*. Baltimore County: University of Maryland.

Francis, R. A. (2012) "Positioning urban rivers within urban ecology", *Urban Ecosystems*, 15(2), pp. 285-291. doi: 10.1007/s11252-012-0227-6.

Freitas, L. E. de & Netto, A. L. C. (2017) "Gestão de riscos de desastres e participação popular: lições aprendidas e a relevância da educação para a consolidação da rede de gestão de riscos da bacia hidrográfica do Córrego D'antas (Reger-CD), Nova Friburgo / RJ", *Giramundo*, 4(7), pp. 89-101.

Freitas, M. I. C. (2014) "Da cartografia analógica à neocartografia: nossos mapas nunca mais serão os mesmos?", *Revista do Departamento de Geografia*, Universidade de São Paulo, (spe), pp. 23-39. doi: 10.11606/rdg.v0i0.544.

Freitas, M. I. C. & Cunha, L. (2013) "Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil", *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 5(1), pp. 15-31. doi: <http://dx.doi.org/10.7213/urbe.7783>.

Freitas, M. I. C., Cunha, L. & Ramos, A. (2013) "Vulnerabilidade socioambiental de concelhos da Região Centro de Portugal por meio de Sistema de Informação Geográfica", *Cadernos de Geografia*, 32(2013), pp. 313-322. doi: 10.14195/0871-1623_32_28.

Fried, L. P., Ferrucci, L., Darer, J., Williamson, J. D. & Anderson, G. (2004) "Untangling the concepts of disability, frailty and comorbidity: implications for Improved targeting and care", *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Science*, 59(3), pp. 255-263. doi: org/10.1093/gerona/59.3.M255.

Frodeman, R. (2004) "Environmental philosophy and the shaping of public policy", *Environmental Philosophy*, 1(1), pp. 6-12. doi: 10.5840/envirophil20041112.

- Frodeman, R., Klein, J. T. & Mitcham, C. (2010) *The Oxford Handbook of interdisciplinarity*, United States of America: Oxford University Press. doi: 10.1093/oxfordhb/9780198733522.001.0001.
- Fur, P. L. de, Evans, G. W., Cohen Hubal, E. A., Kyle, A. D., Morello-Frosch, R. A. & Williams, D. R. (2007) "Vulnerability as a function of individual and group resources in cumulative risk assessment", *Environmental Health Perspectives*, 115(5), pp. 817-824. doi: 10.1289/ehp.9332.
- Furlan, A. & Murara, P. (2018) "Análise de risco a partir do setor censitário na área urbana de Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil", *Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)*, 13(1), pp. 177-201. doi: org/10.17127/got/2018.13.008.
- Füssel, H. M. & Klein, R. J. T. (2006) "Climate change vulnerability assessments: An evolution of conceptual thinking", *Climatic Change*, 75(1), pp. 301-329. doi: 10.1007/s10584-006-0329-3.
- Gadelha, R. M. A. F. (2002) "Conquista e ocupação da Amazônia: a fronteira Norte do Brasil", *Estudo Avançados*, 16(45), pp. 63-80. doi: 10.1590/S0103-40142002000200005.
- Gadotti, M. (2016) "Educar para a sustentabilidade - uma contribuição crítica à década da educação para o desenvolvimento sustentável"., *Pós*, 16(25), pp. 355-356. doi: 10.11606/issn.2317-2762.v0i25p355-356
- Garrido, C. M. (1940) *Fortificações do Brasil*. 1.ª ed. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional.
- Gerasinov, I. P. (1969) "Die wissenschaft von der biosphaere und ihre umgestaltung", *Konstruktive Richtung des heutigen Geographischen Denkens*, 113(1) , pp. 49-51.
- Gerwing, J. J. (2002) "Degradation of forests through logging and fire in the eastern brazilian Amazon", *Forest Ecology and Management*, 157(1-3), pp. 131-141. doi: 10.1016/S0378-1127(00)00644-7.
- Ghajari, Y. E., Alesheikh, A. A., Modiri, M., Hosnavi, R., Abbasi, M. & Sharifi, A. (2018) "Urban vulnerability under various blast loading scenarios: Analysis using GIS-based multi-criteria decision analysis techniques", *Cities*, 72(A), pp.102-114. doi: 10.1016/j.cities.2017.08.006.
- Gilpin, R. (2018) *The challenge of global capitalism: the world economy in the 21st century*. Princeton: University Press.
- Goerl, R. F., Kobiyama, M. & Pellerin, J. R. G. M. (2012) "Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação: estudo de caso do município de Rio Negrinho - SC", *Boletim de Geografia*, 30(1), pp. 81-100. doi: 10.4025/bolgeogr.v30i1.13519.
- Goldemberg, J. & Lucon, O. (2012) *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Edusp.
- Gomes, J. S. (2014) "Ocupação espacial urbana no Beco Marechal Rondon II, situado no bairro do Portobrás, no município de Tabatinga - Amazonas". Tabatinga.
- Gomes, M. A. F., Spadotto, C. A. & Pessoa, M. C. P. Y. (2002) "Avaliação da vulnerabilidade natural do solo em áreas agrícolas: subsídio à avaliação do risco de contaminação do lençol freático por agroquímicos", *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, 12(1), pp. 169-179. doi: 10.5380/pes.v12i0.3158.
- Goodchild, M. J. (1992) "Geographical information science", *International Journal of Geographical Information Systems*, 6(1), pp. 31-45.
- Gore, A. (2006) *Uma verdade inconveniente: o que devemos saber (e fazer) sobre o aquecimento global*. São Paulo: Manole.
- Graff, H. J. (2015) *Undisciplining knowledge: interdisciplinarity in the twentieth century*. Baltimore: Johns

Hopkins University Press.

Graham, D. F. & Moretzsohn, J. S. (1997) "Airborne radar data: utility for geological mapping in tropical environments, Serra Pelada, Para, Brazil", *Cim Bulletin*, 90(1011), pp. 108-113.

Graham, J. D. & Wiener, J. B. (1996) *Risk vs risk: tradeoffs in protecting health and the environment*. Cambridge: Harvard University Press.

Granchó, N. J. R. (2005) *Origem e evolução recente dos Sistemas de Informação Geográfica em Portugal*, Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa. Disponível em : <http://hdl.handle.net/10362/8219>. (Acedido em 4 Agosto 2018).

Gregório, L. T. di, Soares, C. A. P., Saito, S. M., Soriano, E., Londe, L. de R. & Coutinho, M. P. (2013) "Proposta para a construção de um sistema informatizado para gestão integral de riscos de desastres naturais (SIGRID) no cenário brasileiro", *Revista do Departamento de Geografia, USP*, 260(1), pp. 95-117. doi: 10.7154/RDG.2013.0026.0005.

Greider, T. & Garkovich, L. (1994) "Landscapes: The Social Construction of Nature and the Environment", *Rural Sociology*, 59(1), pp. 1-24. doi: 10.1111/j.1549-0831.1994.tb00519.x.

Grimm N.B., Grove J.M., Pickett S.T., Redman C.L. (2008) Integrated Approaches to Long-Term Studies of Urban Ecological Systems. em: Marzluff JM *et al.* (eds.) *Urban Ecology*. Boston: Springer. doi: org/10.1007/978-0-387-73412-5_8.

Guerra, A. T. & Guerra, A. J. T. (2009) *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. 7.ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Guerreiro, K. (2013) "Estratégias da colonização portuguesa na Amazônia", *EXAMÁPAKU*, 1(1), pp. 1-12. doi: 10.18227/1983-9065ex.v1i1.1463.

Guillard-Gonçalves, C., Cutter, S. L., Emrich, C. T. & Zêzere, J. L. (2015) "Application of Social Vulnerability Index (SoVI) and delineation of natural risk zones in Greater Lisbon, Portugal", *Journal of Risk Research*, 18(5), pp. 651-674. doi: 10.1080/13669877.2014.910689.

Guillen, I. C. M. (1997) "A batalha da borracha: propaganda política e migração nordestina para a Amazônia durante o Estado Novo", *Revista de Sociologia e Política*, 9(1), pp. 95-102.

Guimarães, C. L. & Milanez, B. (2017) "Mineração, impactos locais e os desafios da diversificação: revisitando Itabira", *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 41(1), pp. 215-236. doi: 10.5380/dma.v41i0.49360.

Guivant, J. S. (1998) "A trajetória das análises de risco: da periferia ao centro da teoria social", *Revista Brasileira de Informações Bibliográficas*, 46(2), pp. 3-38.

Haak, L. & Pagilla, K. (2020) "The water-economy nexus: a composite index approach to evaluate urban water vulnerability", *Water Resources Management*, 34(1), pp. 409-423. doi: 10.1007/s11269-019-02464-9.

Haas, J. E. (1973) "Social aspects of weather modification", *Bulletin of the American Meteorological Society*, 54(7), pp. 647-657. doi: 10.1175/1520-0477(1973)054<0647:SAOWM>2.0.CO;2.

Haas, J. E. (1978) "The Philippine earthquake and tsunami disaster: a reexamination of behavioral propositions", *Disasters*, 2(1), pp. 3-11. doi: 10.1111/j.1467-7717.1978.tb00055.x.

Hagedorn, C., Mc Coy, E. L. & Rahe, T. M. (1981) "The potential for ground water contamination from septic effluents", *Journal of Environmental Quality*, 10(1), pp. 1-8. doi: 10.2134/jeq1981.00472425001000010001x.

- Hägerstrand, T. (1967) "The computer and the geographer", *Transactions of the Institute of British Geographers*, 42 (Dec., 1967), pp. 1-19. doi: 10.2307/621369.
- Haimes, Y. Y. (2008) *Risk modeling, assessment, and management*. 3.^a ed. New Jersey: John Wiley & Sons. doi: 10.1002/9780470422489.
- Haki, Z., Akyürek, Z. & Düzgün, S. (2004) *Assessment of social vulnerability using Geographic Information Systems: Pendik, Istanbul case study*, em "7th AGILE Conference on Geographic Information Science" 29 April-1May 2004, Heraklion, Greece - Parallel Session 4.3 - "Environmental / Social Modelling (1991)", pp. 413-423.
- Haklay, M. (2010) *Interacting with geospatial technologies*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Bangalore, M. & Rozenberg, J. (2016) *Unbreakable: building the resilience of the poor in the face of natural disasters*. Washington: World Bank Publications.
- Hannigan, J. (2014) *Environmental sociology*. 3.^a ed. London: Routledge. doi: 10.4324/9781315796925.
- Harper, C. L. & Snowden, M. (2017) *Environment and society: human perspectives on environmental issues*. 6.^a ed. New York: Routledge.
- Harvey, F. (2015) *A primer of GIS: fundamental geographic and cartographic concepts*. New York: Guilford Publications.
- Hasan, M. N. (2018) "Techno-environmental risks and ecological modernisation in "double-risk" societies: reconceptualising Ulrich Beck's risk society thesis", *Local Environment*, 23(3), pp. 258-275. doi: 10.1080/13549839.2017.1413541.
- He, F., Ter Steege, H., Kellner, J., Borda-de-Agua, L., Hubbell, S. P. & Condit, R. (2008) *How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct?*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 12 August 2008, 105 (Supplement 1), pp. 11498-11504. doi: 0801915105.
- Hernández, J. G. V. (2008) "La ecología política indígena. La transnacionalización de los movimientos indígenas", *Desarrollo Local Sostenible*, 1(2), pp. 1-6. doi: 1988-5245.
- Hilker, T., Lyapustin, A. I., Hall, F. G., Myneni, R., Knyazikhin, Y., Wang, Y., Tucker, C. J. & Sellers, P. J. (2015) "On the measurability of change in Amazon vegetation from MODIS", *Remote Sensing of Environment*, 166(1 September 2015), pp. 233-242. doi: 10.1016/j.rse.2015.05.020.
- Hillson, D. & Murray-Webster, R. (2017) *Understanding and managing risk attitude*. England: Gower Publishing.
- Hogan, D. J., Cunha, J. M. P. da, Carmo, R. L. do & Oliveira, A. A. B. de (2001) *Urbanização e vulnerabilidade sócio-ambiental: o caso de Campinas*, em HOGAN D J, BAENINGER R, CUNHA JMP & CARMO RL (Orgs.) *Migração e ambiente nas aglomerações urbanas*. Campinas, UNICAMP, pp.395-418.
- Hogan, D. J. & Marandola Jr., E. (2004) "Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos", *Ambiente & Sociedade*, 7(2), pp. 95-110. doi: 10.1590/S1414-753X2004000200006.
- Hopkin, P. (2018) *Fundamentals of risk management: understanding, evaluating and implementing effective risk management*. New York: Kogan Page Publishers.
- Howlett, M. (2014) "From the "old" to the "new" policy design: Design thinking beyond markets and collaborative governance", *Policy Sciences*, 47(3), pp. 187-207. doi: 10.1007/s11077-014-9199-0.

- Hu, Y. & Wang, F. (2018) *GIS-based simulation and analysis of intra-urban commuting*. Boca Raton: CRC Press.
- Human Rights Watch (2017) *Máfias do Ipê - Como a violência e a impunidade impulsionam o desmatamento na Amazônia brasileira*. Brasil: Human Rights Watch. ISBN: 978-1-6231-3767-0.
- Hummell, B. M. de L., Cutter, S. L. & Emrich, C. T. (2016) "Social vulnerability to natural hazards in Brazil", *International Journal of Disaster Risk Science*, 7(2), pp. 111-122. doi: 10.1007/s13753-016-0090-9.
- Hüttner, É. (2007) *A igreja Católica e os povos indígenas do Brasil: os Ticuna da Amazônia*. Porto Alegre: Edipucrs.
- IBGE (1991) *Censo demográfico: 1991 - Resultados do universo relativos as características da população e dos domicílios* [online]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=782&view=detalhes>. (Acedido em 11 Dezembro 2018).
- IBGE (1992) *Censo demográfico 1991: resultados preliminares*. Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE (2000) *Censo 2000* [online]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=783>. (Acedido em 11 Dezembro 2018).
- IBGE (2010a) *Censo 2010* [online]. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. (Acedido em 11 Dezembro 2018)
- IBGE (2018) *Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira - 2018*, 29, Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE (2011) *Indicadores sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do censo demográfico 2010*, N° 28, Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE (2015) *Indicadores de desenvolvimento sustentável - Brasil 2015*, Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE (2017) *Censo agropecuário, florestal e aquícola 2017* [online], Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>. (Acedido em 3 Março 2020).
- IBGE (2019) *Cidades, IBGE* [online]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/tabatinga/panorama>. (Acedido em 18 Dezembro 2019).
- Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia (2005) *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Brasil: Instituto Houaiss.
- IPCC (2007) *Mudança do clima 2007: a base das ciências físicas - Sumário para os formuladores de políticas do grupo I. Quarto Relatório de Avaliação do GTI do IPCC* [online]. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/3881.html>. (Acedido em 14 Outubro 2016).
- IPCC (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, TEAM CW, PACHAURI RK & MEYER LA (Eds.) Geneva: IPCC. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf. (Acedido em 14 Outubro 2016)
- IPCC (2018) *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*, MASSON-DELMOTTE V, ZHAI P, PORTNER HO, ROBERTS D, et. al. (Eds.) In Press.

IPEA (2010) *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil* [online]. IPEA. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/>. (Acedido em 28 Novembro 2019).

IRGC (2006) *Risk governance: towards an integrative approach*. Geneva: International Risk Governance Council.

Jenks, G. F. (2011) "Generalisation in statistical mapping", em DODGE M, KITCHIN R & PERKINS C (Eds.) *The map reader: theories of mapping practice and cartographic representation*, pp. 219-230. doi: 10.1002/9780470979587.ch30.

Jordan, L. & Rado, B. (1998) "Investments in personal computing", em FORESMAN T. (Ed.) *The history of geographic information systems: perspective from the pioneers*. Upper Saddle River: Prentice Hall, pp. 73-82.

Julião, R. P. (1999) "Geografia , Informação e Sociedade", *Geoinova - Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional*, 0, pp. 95-108.

Julião, R. P. (2015) "Guia metodológico para a cartografia de risco: um produto do diálogo ciência/utilizadores", em *Realidades e desafios na gestão dos riscos: diálogo entre ciência e utilizadores*, Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, pp. 43-53. doi: 10.14195/978-972-8330-23-1_4.

Julião, R. P., Alfaro, A. A., Gomes, A. L., Alves da Silva, A., Mota Lopes, A., Carrión Rico, G., Kol, H., Ferrão, J., ... Altamimi, Z. (2007) "A Informação Geográfica e os desafios da gestão territorial ambiental", *Forum Geográfico - Revista Científica do IGP*, pp. 24-37.

Julião, R. P., Nery, F., Ribeiro, J. I., Branco, M. C. & Zêzere, J. L. (2009) *Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal*, Autoridade Nacional de Proteção Civil. doi: 298930/09.

Junk W. J. (1993) "Wetlands of tropical South America". em WHIGHAM DF, DYKYJOVÁ D, & HEJNÝ S (Eds.) *Wetlands of the world: Inventory, ecology and management*, Volume I. Handbook of vegetation science, 15(2), pp. 679-739. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-015-8212-4_14

Kabisch, S., Kunath, A., Schweizer-Ries, P. & Steinfuhrer, A. (2012) *Vulnerability, risks, and complexity: impacts of global change on human habitats*. Massachusetts: Hogrefe.

Kaplan, S. (1991) "Risk assessment and risk management-basic concepts and terminology". em KNIEF R (Ed.) *Risk management: Expanding horizons in nuclear power and other industries*. Boston: Hemisphere. pp. 11-28.

Kaplan, S., Garrick, B. J., Kaplin, S. & Garrick, G. J. (1981) "On the quantitative definition of risk", *Risk Analysis*, 1(1), pp. 11-27. doi: 10.1111/j.1539-6924.1981.tb01350.x.

Kaztman, R. (2001) "Seducidos y abandonados: el aislamiento social de los pobres urbanos", *Revista de la CEPAL*, 75, pp. 171-189. doi: 10.18356/761d3578-es.

Kelman, I., Gaillard, J. C. & Mercer, J. (2015) "Climate change's role in disaster risk reduction's future: beyond vulnerability and resilience", *International Journal of Disaster Risk Science*, 6(1), pp. 21-27. doi: 10.1007/s13753-015-0038-5.

Kemerich, P. D. da C., Martins, S. R., Kobiyama, M., Buriol, G. A., Borba, W. F. de & Ritter, L. G. (2013) "Avaliação da sustentabilidade ambiental em bacias hidrográficas mediante a aplicação do modelo PER", *Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)*, 10(10), pp. 2140-2150.

Kennedy, C. M., Miteva, D. A., Baumgarten, L., Hawthorne, P. L., Sochi, K., Polasky, S. & Kiesecker, J.

(2016) “Bigger is better: improved nature conservation and economic returns from landscape-level mitigation”, *Science Advances*, 2(7), pp. 1-9.

Kenyon, S., Lyons, G. & Rafferty, J. (2002) “Transport and social exclusion: investigating the possibility of promoting inclusion through virtual mobility”, *Journal of Transport Geography*, 10(3), pp. 207-219. doi: 10.1016/S0966-6923(02)00012-1.

Khan, K., Lu, Y., Saeed, M. A., Bilal, H., Sher, H., Khan, H., Ali, J., Wang, P., Uwizeimara, H., Baninia, Y., Li, Q., Liu, Z., Nawab, J., Zhou, Y., Su, C. & Liang, R. (2018) “Prevalent fecal contamination in drinking water resources and potential health risks in Swat, Pakistan”, *Journal of Environmental Sciences (China)*, 72, pp. 1-12. doi: 10.1016/j.jes.2017.12.008.

Kirby, R. H. (2015) *Measuring social vulnerability to environmental hazards in the Dutch province of Zeeland*. Master's Theses. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, Disponível em: https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool_theses/3800. (Acedido em 2 Fevereiro 2018).

Kissler, L. & Heidemann, F. G. (2006) “Governança pública: novo modelo regulatório para as relações entre Estado, mercado e sociedade?”, *Revista de Administração Pública*, 40(3), pp. 479-499. doi: 10.1590/S0034-76122006000300008.

Kleiber, D., Kotowicz, D. & Hospital, J. (2018) “Applying national community social vulnerability indicators to fishing communities in the Pacific Island Region”. NOAA Tech. Memo. NMFS-PIFSC-65, 63 p.

Klein, D. D. S. (2015) “A crise da borracha”, *História, histórias*, 2(4), pp. 187-199. doi: 10.26512/hh.v2i4.10818.

Klonner, C., Marx, S., Usón, T., Porto de Albuquerque, J. & Höfle, B. (2016) “Volunteered geographic information in natural hazard analysis: a systematic literature review of current approaches with a focus on preparedness and mitigation”, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(7), pp. 1-20. doi: 10.3390/ijgi5070103.

Kobiyama, M., Mendonça, M., Moreno, D. A., Marcelino, I. P. V. de O., Marcelino, E. V., Gonçalves, E. F., Brazetti, L. L. P., Goerl, R. F., Moller, G. S. F., Rudorff, F. de M. (2006) *Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos*. Curitiba: Organic Trading. Disponível em: http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/desastres_naturais_conceitos.pdf. (Acedido em 9 Novembro 2016).

Koks, E. E., Jongman, B., Husby, T. G. & Botzen, W. J. W. (2015) “Combining hazard, exposure and social vulnerability to provide lessons for flood risk management”, *Environmental Science & Policy*, 47, pp. 42-52. doi: 10.1016/j.envsci.2014.10.013.

Konder, L. (2008) *O que é dialética*. São Paulo: Brasiliense.

Kraak, M. J. (2003) “Geovisualization illustrated”, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 57(5-6), pp. 390-399. doi: 10.1016/S0924-2716(02)00167-3.

Krüger, F., Bankoff, G., Cannon, T., Orłowski, B. & Schipper, E. L. F. (2015) *Cultures and disasters: understanding cultural framings in disaster risk reduction*, London: Routledge. doi: 10.4324/9781315797809.

Kuhnen, A. (2009) “Meio Ambiente e vulnerabilidade. A percepção ambiental de risco e o comportamento humano”, *Geografia (Londrina)*, 18(2), pp. 37-52.

Kumar, M. & Alka, A. (2017) “Reverse engineering and vulnerability analysis in cyber security”, *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8 (5), pp. 950-953.

- Kumar, P., Geneletti, D. & Nagendra, H. (2016) "Spatial assessment of climate change vulnerability at city scale: a study in Bangalore, India", *Land Use Policy*, 58(15), pp. 514-532. doi: 10.1016/j.landusepol.2016.08.018.
- Lacoste, Y. (1997) *A Geografia isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra*. Campinas: Papirus.
- Lang, S. & Blaschke, T. (2009) *Análise da paisagem com SIG*. 1.ª ed. São Paulo: Oficina de Textos.
- Lee, Y. J. (2014) "Social vulnerability indicators as a sustainable planning tool", *Environmental Impact Assessment Review*, 44, pp. 31-42. doi: 10.1016/j.eiar.2013.08.002.
- Lefebvre, H. (1972) *Espace et politique: le droit à la ville II*. Paris: Anthropos.
- Leiserowitz, A. (2006) "Climate change risk perception and policy preferences: the role of affect, imagery, and values", *Climatic Change*, 77, pp. 45-72. doi: 10.1007/s10584-006-9059-9.
- Lewis, J. & Kelman, I. (2010) "Places, people and perpetuity: community capacities in ecologies of catastrophe", *ACME*, 9(2), pp. 191-220.
- Li, A., Wang, A., Liang, S. & Zhou, W. (2006) "Eco-environmental vulnerability evaluation in mountainous region using remote sensing and GIS - a case study in the upper reaches of Minjiang River, China", *Ecological Modeling*, 192, pp. 175-187.
- Ligon, E. & Schechter, L. (2003) "Measuring vulnerability", *The Economic Journal*, 113(486), pp. 95-102. doi: 10.1111/1468-0297.00117.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W. & Chipman, J. (2015) *Remote sensing and image interpretation*. 7.ª ed, New York: John Wiley and Sons.
- Lima, E. C. & Silva, E. V. da (2015) "Estudos geossistêmicos aplicados à bacias hidrográficas", *Revista Equador*, 4(4), pp. 03-20.
- Lima, M. L. (1998) "Percepção de riscos e culturas de segurança nas organizações", *Psicologia*, 12(2), pp. 379-386. doi: 10.17575/rpsicol.v12i2.584.
- Lin, H., Chen, M., Lu, G., Zhu, Q., Gong, J., You, X., Wen, Y., Xu, B. & Hu, M. (2013) "Virtual Geographic Environments (VGEs): a new generation of geographic analysis tool", *Earth-Science Reviews*, 126, pp. 74-84. doi: 10.1016/j.earscirev.2013.08.001.
- Lin, K. H. E. & Polsky, C. (2015) "Indexing livelihood vulnerability to the effects of typhoons in indigenous communities in Taiwan", *The Geographical Journal*, 182(2), pp. 135-152. doi: 10.1111/geoj.12141.
- Linden, S. Van Der (2015) "The social-psychological determinants of climate change risk perceptions: towards a comprehensive model", *Journal of Environmental Psychology*, 41, pp. 112-124. doi: 10.1016/j.jenvp.2014.11.012.
- Lloyd, C. B. & Mensch, B. S. (2008) "Marriage and childbirth as factors in dropping out from school: an analysis of DHS data from Sub-Saharan Africa", *Population Studies*, 62(1), pp. 1-13. doi: 10.1080/00324720701810840.
- Lobato, R. (1995) *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Loichinger, E., Hammer, B., Prskawetz, A., Freiberger, M. & Sambt, J. (2017) "Quantifying economic dependency", *European Journal of Population*, 33(3), pp. 351-380. doi: 10.1007/s10680-016-9405-1.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. & Rhind, D. W. (2005) *Geographic Information Systems and science*. England: John Wiley & Sons.

- Lopes, D. D. C., Costa, D. D. S., Soares, E. V., Furtado, J. R., Alves, L. M., Solino, M. N. & Cartagena, S. M. C. (2010) *Gestão de riscos e de desastres: contribuições da psicologia*. Florianópolis: Associação Cultural Cabeça ao Vento.
- Lopes, L. G. N., Silva, A. G. & Goullart, A. C. O. (2015) “A teoria geral do sistema e suas aplicações nas ciências naturais”, *Natureza On line*, 13(1), pp. 1-5.
- Lopes, L. M. N. (2016) “O rompimento da Barragem de Mariana e seus impactos socioambientais”, *Sinapse Múltipla*, 5(1), pp. 1-15.
- Lourenço, L. (2015) “Rerefencial de educação para o risco, uma recente publicação do Ministério da Educação e Ciência”, *Territorium*, (22), pp. 305-311. doi: 10.14195/1647-7723_22_25.
- Lourenço, L. (2014) “Risco, perigo e crise: trilogia de base na definição de um modelo conceptual-operacional”, em NICIF (Ed.) *Realidades e desafios na gestão dos riscos: diálogo entre ciência e utilizadores*, pp. 61-72. doi: 10.14195/978-972-8330-23-1_6.
- Lourenço, L. (2007) “Riscos naturais, antrópicos e mistos”, *Territorium*, 14, pp. 109-113. doi: 10.14195/1647-7723_14_11.
- Lourenço, L. (2003) “Análise de riscos e gestão de crises: o exemplo dos incêndios florestais”, *Territorium*, 10, pp. 89-100. doi: 10.14195/1647-7723_10_6.
- Lourenço, L. (2016) *Geografia, cultura e riscos*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Lourenço, L., Bento-Gonçalves, A. & Bento, M. S. (2001) “Intervenção humana e risco de fogo florestal”, *Cadernos de Geografia*, esp. pp. 91-98. doi: 10.14195/0871-1623_01_9.
- Lourenço, L., Bento-Gonçalves, A., Vieira, A. A. B., Nunes, A., Lourenço, L., Oliveira, S. & Félix, F. (2014) “Análise de vulnerabilidade a incêndios florestais na região do Minho, Portugal”, em RISCOS (ed.) *Multidimensão e territórios de risco*. pp. 721-725. doi: 10.14195/978-989-96253-3-4_126.
- Lowrance, W. W. & Klerer, J. (1976) “Of acceptable risk: science and the determination of safety”, *Journal of The Electrochemical Society*, 123(11), p. 373C. doi: 10.1149/1.2132690.
- Ludwig, L. & Mattedi, M. A. (2016) “Dos desastres do desenvolvimento ao desenvolvimento dos desastres: a expressão territorial da vulnerabilidade”, *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 39(Dezembro 2016), pp. 23-42. doi: 10.5380/dma.v39i0.45575.
- MacGregor, S., Doyle, T. & McEachern, D. (2015) *Environment and politics*. London: Routledge.
- Machado, J. P. (2003) *Dicionário etimológico da língua portuguesa*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Machado, K. S. da S. (2010) “Composição florística de uma floresta de terra firme na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, Amazônia Central”. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- Mafra, R. R. & Siqueira, V. N. (2010) “Evolução histórico-geográfica de Tabatinga”, *Web Artigos*, Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/historia-de-tabatinga-amazonas/53629>. (Acedido em 9 Janeiro 2020).
- Maio, A. C. di & Setzer, A. W. (2011) “Educação, geografia e o desafio de novas tecnologias”, *Revista Portuguesa de Educação*, 24(2), pp. 211-241. doi: 10.21814/rpe.3035.
- Maior, M. M. S. (2014) “Vulnerabilidade socioambiental e expansão urbana: uma proposta metodológica para análise da cidade de João Pessoa-PB”. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande.

- Makarieva, A., Gorshkov, V. & Li, B.-L. (2008) "On the validity of representing hurricanes as Carnot heat engine", *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 8(5), pp. 17423-17437. doi: 10.5194/acpd-8-17423-2008.
- Malvasi, P. A. & Adorno, R. de C. F. (2014) "A vulnerabilidade e a mente: conflitos simbólicos entre o diagnóstico institucional e a perspectiva de jovens em cumprimento de medida socioeducativa", *Saúde e Sociedade*, 23(1), pp. 30-41. doi: 10.1590/S0104-12902014000100002.
- Manning, J. G., Ludlow, F., Stine, A. R., Boos, W. R., Sigl, M. & Marlon, J. R. (2017) "Volcanic suppression of Nile summer flooding triggers revolt and constrains interstate conflict in ancient Egypt", *Nature Communications*, 8(1), pp. 1-9. doi: 10.1038/s41467-017-00957-y.
- Marandola Jr., E. & Hogan, D. J. (2005) "Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia", *Revista Brasileira de Estudos de População*, 22(1), pp. 29-53. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-30982005000200009>.
- Marandola Jr., E. & Hogan, D. J. (2009) "Vulnerabilidade do lugar versus vulnerabilidade sociodemográfica: implicações metodológicas de uma velha questão", *Revista Brasileira de Estudos de População*, 26(2), pp. 161-181. doi: 10.1590/S0102-30982009000200002.
- Maranhão, R. & Baracuhy, N. T. T. (2016) *Pau-brasil: a cor e o som*. São Paulo: Terceiro Nome.
- Marengo, J. A. (2006) *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Marengo, J. A., Borma, L. S., Rodriguez, D. A., Pinho, P., Soares, W. R. & Alves, L. M. (2013) "Recent Extremes of Drought and Flooding in Amazonia: Vulnerabilities and Human Adaptation", *American Journal of Climate Change*, 2(2), pp. 87-96. doi: 10.4236/ajcc.2013.22009.
- Marengo, J. A. & Espinoza, J. C. (2016) "Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: Causes, trends and impacts", *International Journal of Climatology*, 36(3), pp. 1033-1050. doi: 10.1002/joc.4420.
- Marlier, M. E., Fries, R. S. de, Kim, P. S., Koplitz, S. N., Jacob, D. J., Mickley, L. J. & Myers, S. S. (2015) "Fire emissions and regional air quality impacts from fires in oil palm, timber, and logging concessions in Indonesia", *Environmental Research Letters*, 10(8), pp. 1-9. doi: 10.1088/1748-9326/10/8/085005.
- Marques, G. S. (2013) "SPVEA: o Estado na crise do desenvolvimento regional amazônico (1953- 1966)", *Revista Sociedade Brasileira de Economia Política*, (34), pp. 163-198.
- Martinelli, M. (2003) *Mapas da geografia e cartografia temática*. São Paulo: Editora Contexto.
- Martins, S. R. O. (2002) "Desenvolvimento local: questões conceituais e metodológicas", *Interações Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, 3(5), pp. 51-59. doi: 10.20435/interacoes.v3i5.570.
- Marx, K. & Engels, F. (2008). *Manifesto do Partido Comunista*. 1ª. Edição. São Paulo: Editora Expressão Popular.
- Matějček, L., Engst, P. & Jaňour, Z. (2006) "A GIS-based approach to spatio-temporal analysis of environmental pollution in urban areas: A case study of Prague's environment extended by LIDAR data", *Ecological Modelling*, 199(3 SPEC. ISS.), pp. 261-277. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2006.05.018.
- Matias, L. F. (2004) "Por uma economia política das geotecnologias", *GeoCrítica*, 8(170), pp. 1-16.
- Mattedi, M. A. (2001) "A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres", *Ambiente & Sociedade*, 9, pp. 1-22.

- Maynard, V., Parker, E., Yoseph-Paulus, R. & Garcia, D. (2018) “Urban planning following humanitarian crises: supporting urban communities and local governments to take the lead”, *Environment and Urbanization*, 30(1), pp. 265-282. doi: 10.1177/0956247817732727.
- McHarg, I. (1971) *Design with nature*. 2.ª ed. New York: Doubleday/Natural History Press.
- Mehmood, A. (2016) “Of resilient places: planning for urban resilience”, *European Planning Studies*, 24(2), pp. 407-419. doi: 10.1080/09654313.2015.1082980.
- Meikle, S. (2002) “The Urban Context and Poor People”, In Lloyd-Jones T & Rakodi C. *Urban livelihoods. A people-centred approach to reducing poverty*. London: Taylor & Francis Group. pp. 1-15.
- Meirelles, M. S. P. (1997) *Análise Integrada do Ambiente através de Geoprocessamento – Uma Proposta Metodológica para Elaboração de Zoneamentos*, IGEO. Rio de Janeiro: UFRJ.
- Mello, A. Y. I. de, D’antona, Á. O., Alves, H. P. da F. & Carmo, R. L. do (2010) “Análise da vulnerabilidade socioambiental nas áreas urbanas do litoral norte de São Paulo”, *Anais do V Encontro Nacional da ANPPAS*, 1, pp. 1–18. Disponível em: <http://anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT11-676-678-20100903235055.pdf>. (Acedido em 9 maio 2019).
- Mendes, F. C. (1675) *Thesouro da nobreza*. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional Torre do Tombo, Casa Forte.
- Mendes, J. M., Aragão, A., Tavares, A., Basto, E., Nunes, J. A., Cunha, L., Neves, L. F. & Freiria, S. (2019) “Risco, vulnerabilidade social e estratégias de planeamento: uma abordagem integrada, 2008”. Lisboa: Arquivo Português de Informação Social, APIS0045. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.20/2061>. (Acedido em 17 abril 2019).
- Mendes, J. M. & Tavares, A. O. (2011) “Risco, vulnerabilidade social e cidadania”, *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 93, pp. 5-8.
- Mendes, J. M., Tavares, A. O. & Basto, E. (2011) “Percepção dos riscos naturais e tecnológicos, confiança institucional e preparação para situações de emergência: o caso de Portugal continental”, *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 93, pp. 167-193.
- Mendes, J. M., Tavares, A. O., Cunha, L. & Freiria, S. (2011) “A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal”, *Revista Crítica de Ciências Sociais*. 93, pp. 95-128. doi: 10.4000/rccs.90.
- Mendonça, F. (2011) “Riscos, vulnerabilidades e resiliência socioambientais urbanas: inovações na análise geográfica”, *Revista da Anpege*, 7(1), pp. 111-118. doi: 10.5418/ra2011.0701.0010.
- Mendonça, F. & Medeiros Leitão, S. A. (2009) “Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos”, *GeoTextos*, 4(1-2), pp. 145-163. doi: 10.9771/1984-5537geo.v4i0.3300.
- Menezes, P. M. L. (2011) “A cartografia do império do Brasil”, em *Anais do IV Simpósio LusoBrasileiro de Cartografia Histórica Porto*. pp. 1-14.
- Mesev, V. (2008) *Integration of GIS and remote sensing*. Nova Jersey: John Wiley & Sons.
- Meslem, A., Lang, D. H. & Molina, S. (2015) “Selecting building vulnerability functions for earthquake loss estimation studies”, *SECED Conference: Earthquake Risk and Engineering towards a Resilient World*, pp. 9-10.
- Metcalfe, D. B., Rocha, W., Balch, J. K., Brando, P. M., Doughty, C. E. & Malhi, Y. (2018) “Impacts of fire on sources of soil CO₂ efflux in a dry Amazon rain forest”, *Global Change Biology*, 24(8), pp. 3629-3641. doi: 10.1111/gcb.14305.

- Metzger, M. J., Rounsevell, M. D. A., Acosta-Michlik, L., Leemans, R. & Schröter, D. (2006) "The vulnerability of ecosystem services to land use change", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 14(1), pp. 69-85. doi: 10.1016/j.agee.2005.11.025.
- Miglioli, J. (1999) "A globalização numa visão histórica", *Estudos de Sociologia*, 4(6), pp. 154-162.
- Mileti, D. S. & Peek, L. (2000) "The social psychology of public response to warnings of a nuclear power plant accident", *Journal of Hazardous Materials*, 75(2-3), pp. 181-194. doi: 10.1016/S0304-3894(00)00179-5.
- Mileti, D. S. & Peek, L. (2001) "Hazards and sustainable development in the United States", *Risk Management*, 3(1), pp. 61-70. doi: 10.2307/3867745.
- Ministério das Minas e Energia (1974) "Projeto RADAM BRASIL". Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv24022.pdf>. (Acedido em 11 Novembro 2018).
- Ministério das Minas e Energia (1977) *Projeto RADAMBRASIL Folha SB 19 Juruá: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro: IBGE.
- Ministério do Meio Ambiente (2004) *Agenda 21 brasileira: ações prioritárias*. 2ª edição. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Miranda, E. E. de (2005) *Brasil em relevo - Embrapa - Monitoramento por satélite, Brasil em relevo*. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpem.br> (Acedido em 22 Setembro 2017).
- Mitchell, J. K. (1998) "Urban metabolism and disaster vulnerability in an era", In Schellnhuber HJ & Wenzel V (Eds.) *Earth Systems Analysis*. Heidelberg: Springer. pp. 359-377.
- Mitchell, J. K. (2001) "Cities and the environment: New approaches for eco-societies". *Urban Studies*, 38(8), pp. 1397-1399.
- Mitsch, W. J. & Gosselink, J. G. (2015) *Wetlands*. 5.ª ed, Wiley & Sons. 5.ª ed. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Mohammed, A. & Elias, E. (2017) *Domestic solid waste management and its environmental impacts in Addis Ababa city, African Journal of Environmental and Waste Management*. Disponível em: www.internationaljournal.org. (Acedido em 28 Março 2017).
- Monteiro, C. A. de F. (2000) *Geossistemas: a história de uma procura*. São Paulo: Editora Contexto.
- Moraes, A. de O. & Schor, T. (2010) "Mercados tabernas e feiras: custo de vida nas cidades na calha do Rio Solimões", *Mercator*, 9(19), pp. 101-115. doi: 10.4215/RM2010.0919.0008.
- Morales, M. R. (2008) *A evolução dos mapas através da história*. Porto Alegre: UFRGS.
- Morettin, P. A. & Bussab, W. O. (2010) *Estatística básica*. 6.ª ed. São Paulo: Saraiva.
- Morin, E. (2005) *O método 3 - o conhecimento do conhecimento*. Porto Alegre: Sulina.
- Morin, E. (2010) *Sete saberes necessários à educação do futuro*. UNESCO. Disponível em: <https://books.google.pt/books?id=UhpmygAACAAJ>. (Acedido em 27 Outubro 2017).
- Moura Filho, J. (1993) *Elementos da cartografia: técnica e histórica*. Belém: Falangola.
- Mucelin, C. A. & Bellini, M. (2008) "Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano", *Sociedade & Natureza*, 20(1), pp. 111-124. doi: 10.1590/s1982-45132008000100008.
- Mumpower, J. L., Renn, O., Aven, T. & Renn, O. (2010) *Risk, governance and society*. Switzerland: Springer. doi: 10.1007/978-3-642-13926-0.

- Nadaud, G. C. A. (2012) *Acesso à energia elétrica de populações urbanas de baixa renda: o caso das favelas do Rio de Janeiro*. UFRJ. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Nascimento, D. M. C. & Dominguez, J. M. L. (2009) “Avaliação da vulnerabilidade ambiental como instrumento de gestão costeira nos municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia”, *Revista Brasileira de Geociências*, 39(3), pp. 395-408.
- Nascimento, F. R. & Sampaio, J. L. F. (2005) “Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem”, *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, 6/7(1), pp. 167-179.
- Nascimento, M. das G. (1998) “Migrações nordestinas para a Amazônia”, *Revista de Educação, Cultura e Meio Ambiente*, 12(2), pp. 1-13.
- Nelson, S. A. (2006) “River systems & causes of flooding”, *Notes*, pp. 1–11.
- Nethery, R. C., Sandler, D. P., Zhao, S., Engel, L. S. & Kwok, R. K. (2018) “A joint spatial factor analysis model to accommodate data from misaligned areal units with application to Louisiana social vulnerability”, *Biostatistics*, 20(3), pp. 468-484.
- Neves, M. P. (2006) “Sentidos da vulnerabilidade: característica, condição, princípio”, *Revista brasileira de bioética*, 2(2), pp. 157-162.
- Newig, J. & Fritsch, O. (2009) “Environmental governance: participatory, multi-level-and effective?”, *Environmental policy and governance*, 19, pp. 197-214.
- Newig, J., Kochskämper, E., Challies, E. & Jager, N. W. (2016) “Exploring governance learning: How policymakers draw on evidence, experience and intuition in designing participatory flood risk planning”, *Environmental Science and Policy*, 55(2), pp. 353-360. doi: 10.1016/j.envsci.2015.07.020.
- Nobre, A. D. (2014) *O futuro climático da Amazônia: relatório de avaliação científica*. São José dos Campos: INPE.
- Nogueira, C. B. C., Osoegawa, D. K. & Almeida, R. L. P. de (2019) “Políticas desenvolvimentistas na Amazônia: análise do desmatamento nos últimos dez anos (2009-2018)”, *Revista Culturas Jurídicas*, 7(18), pp. 145–169. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Nogueira, D. S., Marimon, B. S., Marimon-Junior, B. H., Oliveira, E. A. (2019) “Impacts of fire on forest biomass dynamics at the southern Amazon edge”, *Environmental Conservation*, 46(4), pp. 285-292. doi: 10.1017/S0376892919000110.
- Nuñez, J. J. R. & Kiss, J. (2018) “Ideas y experiencias sobre el uso de servicios de mapas web en la educación”, *Boletim Paulista de Geografia*, 99, pp. 86-101.
- Okabe, A. (2016) *GIS-based studies in the humanities and social sciences*. United Kingdom: Taylor & Francis Group.
- Olímpio, J. L. S. & Zanella, M. E. (2017) “Riscos naturais: conceitos, componentes e relações entre natureza e sociedade”, *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, 40, pp. 94-109.
- Olivato, D. & Lombardo, M. A. (2013) “Análise da participação social no contexto da gestão de riscos ambientais na bacia hidrográfica do rio Indaiá, Ubatuba-SP-Brasil”. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Oliveira, B. O. S. de (2016) “Impactos ambientais decorrentes do lixão da cidade de Humaitá, Amazonas”, *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 11(4), pp. 80-84. doi: 10.18378/rvads.v11i4.3941.

- Oliveira, C. M., Lopes, D. & Sousa, I. C. N. (2018) “Direito à participação nas políticas urbanísticas: avanços após 15 anos de estatuto da cidade”, *URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 10(2), pp. 322-334. doi: 10.1590/2175-3369.010.002.ao04.
- Oliveira, G. A. (2017) *Desastres Hidrológicos e Informações Geográficas Voluntárias: concepção de sistema colaborativo para o mapeamento de áreas de riscos*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia.
- Oliveira, G. R. de (2018) “Implicações da globalização no desenvolvimento socioeconômico e na sustentabilidade ambiental”, *Orbis Latina*, 8(2), pp. 97-104.
- Oliveira, J. A. (2000) *Cidades na selva*. Manaus: Editora Valer.
- Oliveira, W. R. J. de & Braga, F. G. (2014) “Estudo da vulnerabilidade socioambiental e percepção de risco dos moradores do Morro dos Piolhos - Ouro Preto-MG”, *Revista Espinhaço*, 3(1), pp. 78–86. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3966363>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2003) *Emerging risks in the 21st century: An agenda for action*. doi: 10.1787/9789264101227-en.
- Organização Mundial de Saúde (2010) Redução das desigualdades no período de uma geração. Igualdade na saúde através da acção sobre os seus determinantes sociais. Relatório Final da Comissão para os Determinantes Sociais da Saúde. Portugal: Organização Mundial da Saúde.
- Ornstein, S. (2005) “Arquitetura, urbanismo e psicologia ambiental: uma reflexão sobre dilemas e possibilidades da atuação integrada”, *Psicologia USP*, 16(1-2), pp. 155-165. doi: 10.1590/S0103-65642005000100017.
- Orsi, R. A. (2013) “Convivendo com o lixo: a vulnerabilidade socioambiental no bairro Jardim Graminha – Leme / SP”, *Augm Domus*, 5(0), pp. 13-32.
- Oviedo, R. A. M. & Czeresnia, D. (2015) “O conceito de vulnerabilidade e seu caráter biosocial”, *Interface: Communication, Health, Education*, 19(53), pp. 237-249. doi: 10.1590/1807-57622014.0436.
- Oyama, M. D. & Nobre, C. A. (2004) “A simple potencial vegetation model for coupling with the Simple Biosphere Model (SIB)”, *Revista Brasileira de Meteorologia*, 19(2), pp. 203-216.
- Paiva, L. F. S. (2015) “Nas margens do Estado-nação: as falas da violência na tríplice fronteira amazônica”, *Revista TOMO*, 27, pp. 327-359. doi: 10.21669/tomo.v0i0.4651.
- Paiva, R. C. D. & Getirana, A. C. V. (2013) “Mapeamento da hidráulica do escoamento em rios na bacia amazônica”. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. pp. 1-8. Disponível em: <http://anais.abrh.org.br/works/1634> (Acedido em 6 Julho 2018).
- Paredes, A. E. (1994) *Sistema de Informação Geográfica*. São Paulo: Érica.
- Parent, P. & Church, R. (1987) “Evolution of geographic information systems as decision making tools.”, In Ripple WJ (ed.) *Fundamentals of geographic information systems*. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, pp. 9–18.
- Paterson, W. A. (2014) *Unbroken homes: Single-parent mothers tell their stories*. 1st edition. New York: Routledge. doi: 10.4324/9781315786292.
- Patil, R. J., Sharma, S. K. & Tignath, S. (2015) “Remote Sensing and GIS based soil erosion assessment from an agricultural watershed”, *Arabian Journal of Geosciences*, 8(9), pp. 6967-6984. doi: 10.1007/s12517-014-1718-y.

- Paula, C. E. A., Silva, A. P. da & Bittar, C. M. L. (2017) “Vulnerabilidade legislativa de grupos minoritários”, *Ciência e Saúde Coletiva*, 22(12), pp. 3841-3848. doi: 10.1590/1413-812320172212.24842017.
- Peacock, W. G., Gladwin, H. & Morrow, B. H. (1997) *Hurricane andrew: Ethnicity, gender and the sociology of disasters*. 1st Edition. London: Routledge.
- Peek, L. A. & Mileti, D. S. (2002) “The history and future of disaster research”, In Bechtel B & Churchman A (Eds) *Handbook of environmental psychology*. Nova Jersey: John Wiley & Sons, Inc. pp. 511-524.
- Pelling, M. (2012) *The vulnerability of cities: Natural disasters and social resilience*. 1st edition. London: Routledge.
- Penha, E. A. (1993) *A criação do IBGE no contexto da centralização política do Estado Novo*. Rio de Janeiro: IBGE.
- Penna, N. A. & Ferreira, I. B. (2014) “Desigualdades socioespaciais e áreas de vulnerabilidades nas cidades”, *Mercator - Revista de geografia da UFC*, 13(3), pp. 25-36.
- Perdikaris, J., Gharabaghi, B. & Mcbean, E. (2011) “A methodology for undertaking vulnerability assessments of flood susceptible communities”, *International Journal of Safety and Security Engineering*, 1(2), pp. 126-146. doi: 10.2495/SAFE-V1-N2-126-146.
- Pereira, G. L. (2014) ““Soldados da borracha” – Esquecidos ou não lembrados?”, *Revista Margens Interdisciplinar*, 8(11), pp. 199-217. doi: 10.18542/rmi.v8i11.3250.
- Piletti, N. (1996) *História do Brasil*. São Paulo: Editora Ática.
- Pimenta, M. L. da F. & Sarti, T. P. de (2015) “O mapeamento geomorfológico no IBGE e suas perspectivas metodológicas”, em *Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, pp. 4262–4269.
- Pinheiro, J. Q. (1997) “Psicologia ambiental: a busca de um ambiente melhor”, *Estudos de Psicologia*, 2(2), pp. 377-398. doi: 10.1590/S1413-294X1997000200011.
- Pinho, M. D., Berquó, E., Oliveira, K. A., Lopes, F., Lima, L. C. A. & Pereira, N. (2002) “Juventudes, raça e vulnerabilidades”, *Revista Brasileira de Estudos de População*, 19(2), pp. 277-294.
- Pinho, P. F., Marengo, J. A. & Smith, M. S. (2015) “Complex socio-ecological dynamics driven by extreme events in the Amazon”, *Regional Environmental Change*, 15(4), pp. 643-655. doi: 10.1007/s10113-014-0659-z.
- Pinto, S. dos A. F. & Garcia, G. J. (2005) “Experiências de aplicação de geotecnologias e modelos na análise de bacia hidrográficas”, *Revista do Departamento de Geografia*, 17, pp. 30-37.
- Plaza, P. I. & Lambertucci, S. A. (2017) “How are garbage dumps impacting vertebrate demography, health, and conservation?”, *Global Ecology and Conservation*, 12, pp. 9-20. doi: 10.1016/j.gecco.2017.08.002.
- PNUD (2013) “Indicadores de desenvolvimento brasileiro”. Brasil: PNUD. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/450320a>.
- PNUD & IPEA (2017) *Desenvolvimento Humano para além das médias*. Brasília: IPEA/PNUD. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/170510_desenvolvimento_human_o_para_alem_das_medias.pdf (Acedido em 27 Novembro 2018).
- Pontelli, M. E.; Paisani, J. C. (1995) “Identificação de áreas de risco à inundações de diferentes

- magnitudes em ambiente de leques aluviais”, *Revista Departamento de Geociências*, 14(1), pp. 19-31.
- Potter, R., Binns, T., Elliott, J. A., Nel, E. & Smith, D. W. (2017) *Geographies of development: an introduction to development studies*. London: Routledge.
- Preobrazhenskiy, V. (1983) “Geosystem as an object of landscape study”, *GeoJournal*, 7(2), pp. 131-134. doi: 10.1007/BF00185157.
- Pritchard, C. L. (2014) *Risk management: concepts and guidance*. Nova York: Auerbach Publications.
- Proag, V. (2014) “The Concept of Vulnerability and Resilience”, *Procedia Economics and Finance*, 18, pp. 369-376. doi: 10.1016/S2212-5671(14)00952-6.
- Pulido, L. (2000) “Rethinking environmental racism: White privilege and urban development in southern California”, *Annals of the Association of American Geographers*, 90(1), pp. 12-40. doi: 10.1111/0004-5608.00182.
- Puy, A. & Cortés, B. (2002) “Percepción social de los riesgos y comportamiento em los desastres”, em Aragonés JI & Americo M (eds.) *Psicología Ambiental*. Madrid: Pirámide, pp. 381–402.
- Qasim, M., Xiao, H., He, K., Noman, A., Liu, F., Chen, M. Y., Hussain, D., Jamal, Z. A. & Li, F. (2020) “Impact of landfill garbage on insect ecology and human health”, *Acta Tropica*, 211. doi: 10.1016/j.actatropica.2020.105630.
- Queiroz, L. M. N. de, Araújo, P. P. D. G. de & Maia, J. da C. (2019) “Mensuração da vulnerabilidade ambiental das olarias da região do Seridó/RN”, em Maia J, Queiroz, L & Araújo, P (eds). *Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia*. Ponta Grossa: Atena editora. pp. 80–92. doi: 10.22533/at.ed.3471916048.
- Quinn, T. C. & Overbaugh, J. (2005) “HIV/AIDS in women: An expanding epidemic”, *Science*, 308(5728), pp. 1582-1583. doi: 10.1126/science.1112489.
- Rakodi, C., Lloyd-Jones, T. & Payne, G. (2002) *Urban Livelihoods: A People-centred Approach to Reducing Poverty*. London: *EARTHSCAN Publications Ltd*. doi: 10.1016/S0197-3975(03)00034-1.
- Raminelli, R. (2016) “Depopulação na Amazônia colonial”, em *XI Encontro Nacional de Estudos Populacionais da ABEP*, pp. 1359–1376.
- Ramos, M. C. (2014) “O Desenvolvimento Econômico na Amazônia Legal: Seus Impactos Sociais, Ambientais e Climáticos e as Perspectivas para a Região”, *Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Direito – PPGDir./UFRGS*, 9(1), pp. 1-15. doi: 10.22456/2317-8558.45010.
- Rashed, T. & Pinkerton, K. (2014) “Geospatial technology applications for sustainable risk management and hazards mitigation: the case of hydro-meteorological hazards”, In *Proceedings of the 5th International Disaster and Risk Conference: Integrative Risk Management - The Role of Science, Technology and Practice, IDRC Davos 2014*, pp. 592–596. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84924974343&partnerID=40&md5=70664e1234d96642248e4bacec6a60a1>. (Acedido em 11 Agosto 2017).
- Real Estate Monitor Worldwide (2014) “Urban growth puts poor people of developing nations at risk”, *Global Data Point*, pp. 1–2.
- Rebelo, F. (2010) *Geografia física e riscos naturais*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Rebelo, F. (2016) *Riscos naturais e acção antrópica: estudos e reflexões*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra. doi: 10.14195/978-989-26-0467-1.

- Rêgo, J. F. Do (1999) "Amazônia - do Extrativismo ao Neoextrativismo", *Ciência Hoje*, 25, pp. 62-65. Disponível em: http://www.ciencia.ao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=chj&cod=_amazonia-doextrativismoaoNeoextrativismo-opiniaocienciahoje147mar1999. (Acedido em 3 Junho 2018).
- Reis, N. J., Almeida, M. E., Riker, S. L. & Ferreira, A. L. (2006) *Geologia e recursos minerais do Estado do Amazonas*. Manaus: CPRM. Disponível em: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Geologia+e+Recursos+Minerais+do+Estado+do+Amazonas#0>. (Acedido em 29 Junho 2018).
- Remoaldo, P. C., Ribeiro, V. P. R., Lopes, H. & Silva, S. (2017) "Geographic Information Systems", In Khosrow-Pour M (ed.) *Encyclopedia of Information Science and Technology*. 4.ª ed. Pennsylvania: IGI-Global, pp. 3460-3472.
- Renn, O. (1998) "The role of risk perception for risk management", *Reliability Engineering and System Safety*, 59(1), pp. 49-62. doi: 10.1016/S0951-8320(97)00119-1.
- Renn, O. (2012) *Risk governance: coping with uncertainty in a complex world*. London: Routledge. doi: 10.4324/9781849772440.
- Rezende, F. E. de (2010) "Indicadores de renda baseados em consumo de energia elétrica: abordagens domiciliar e regional na perspectiva da estatística espacial", *Intelligence*, 7(2), pp. 1-10. doi: 10.1192/s0368315x00238942.
- Rezende, T. V. F. D. (2006) *A conquista e a ocupação da Amazônia brasileira no período colonial: a definição das fronteiras*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Ribeiro, A. D. S., Mincato, R. L., Curi, N. & Kawakubo, F. S. (2016) "Vulnerabilidade ambiental à erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica pelo processo analítico hierárquico", *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9(1), pp. 16-31. doi: 10.26848/rbfg.v9.1.p016-031.
- Ribeiro, L. C. de Q., Salata, A., Costa, L. & Ribeiro, M. G. (2013) "Desigualdades digitais: Acesso e uso da internet, posição socioeconômica e segmentação espacial nas metrópoles brasileiras", *Análise Social*, 48(207), pp. 288-320.
- Ribeiro, V. P. R. (2012) *Mobilidade e acessibilidade da população aos serviços de saúde: o caso do município de Braga*. Tese de Doutorado. Universidade do Minho.
- Ribeiro, V. P. R. (2014) *Exclusão social um fenómeno invisível, uma abordagem no âmbito da Geografia dos Transportes*. Loulé: Silabos & Desafios.
- Ribeiro, V. P. R. & Remoaldo, P. C. (2009) "O aumento da mobilidade individual e o agravamento da exclusão social nos territórios periféricos da cidade de Braga". In Actas do X Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais. pp. 1-14.
- Rickles, M., Rebeiro, P. F., Sizemore, L., Juarez, P., Mutter, M., Wester, C. & McPheeters, M. (2018) "Tennessee's in-state vulnerability assessment for a "rapid dissemination of human immunodeficiency virus or hepatitis C virus infection" event utilizing data about the opioid epidemic", *Clinical Infectious Diseases*, 66(66), pp. 1722-1732. doi: 10.1093/cid/cix1079.
- Rimba, A., Setiawati, M., Sambah, A. & Miura, F. (2017) "Physical flood vulnerability mapping applying geospatial techniques in Okazaki city, Aichi Prefecture, Japan", *Urban Science*, 1(1), pp. 1-22. doi: 10.3390/urbansci1010007.
- Robbins, T., Douglas, M. & Wildavsky, A. (1983) "Risk and culture: an essay on the selection of technical and environmental dangers", *Journal for the Scientific Study of Religion*, 22(2), pp. 188-189. doi: 10.2307/1385678.

- Rocha, J. & Tenedório, J. A. (2018) *Spatial analysis, modelling and planning*. London: IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.81049.
- Rodrigues, S. B. P., Porto, S. B., Cruz, S. B. da & Silva, A. R. A. da (2018) "A Diversidade social e cultural na fronteira amazônica Brasil-Colômbia-Peru", em *III Seminário Internacional em Sociedade e Cultura na Pan-Amazônia*. Manaus. pp. 1-13.
- Rodríguez, J. (2001) "Vulnerabilidad y grupos vulnerables: un marco de referencia conceptual mirando a los jóvenes", *Serie Población y Desarrollo*. Santiago: Cepal/Celade.
- Rodríguez Vignoli, J. (2000) "Vulnerabilidad demográfica: una faceta de las desventajas sociales", *Serie de población y desarrollo*, 5, pp. 7-79.
- Rohat, G. (2018) "Projecting drivers of human vulnerability under the shared socioeconomic pathways", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(3), pp. 1-23. doi: 10.3390/ijerph15030554.
- Rojas, J. (2007) "El mercantilismo - Teoría, política e historia", *Revista del Departamento de Economía, Pontificia Universidad Católica del Perú*, 30(59), pp. 75-96.
- Rosa, E. A. (2003) "The logical structure of the social amplification of risk framework (SARF): Metatheoretical foundations and policy implications", In Pidgeon N, Kasperson R & Slovic P (eds.) *The social amplification of risk*. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 47-79.
- Rosa, M. R. & Ross, J. L. (2011) "Aplicação de SIG na geração de cartas de fragilidade", *Revista do Departamento de Geografia*, 13, pp. 77-106. doi: 10.7154/RDG.1999.0013.0005.
- Rosas, C. A. J. (2015) "La vulnerabilidad humana: ¿un freno a la autonomía?", *Revista de Bioética Latinoamericana*, 16, pp. 1-16.
- Roser, M. & Ritchie, H. (2018) *Natural catastrophes*. Disponível em: <https://ourworldindata.org/natural-catastrophes>. (Acedido em 17 Janeiro 2019).
- Ross, J. L. S. (1994) "Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados", *Revista do Departamento de Geografia, USP*, 8, pp. 63-74. doi: 10.7154/RDG.1994.0008.0006.
- Rosignol, N., Delvenne, P. & Turcanu, C. (2015) "Rethinking Vulnerability Analysis and Governance with Emphasis on a Participatory Approach", *Risk Analysis*, 35(1), pp. 129-141. doi: 10.1111/risa.12233.
- Rougerie, G. & Beroutchachvili, N. (1991) *Géosystème et paysages. Bilans et méthodes*. Paris: Armand Colin.
- Rousseau, J.-J. (1762) *Du contrat social*. Paris: Union Générale d'Éditions. doi: 10.1522/cla.roj.duc.
- Rumley, D. & Minghi, J. V. (2014) *The geography of border landscapes*. London: Routledge.
- Sales, M. L. S., Cizenando, T. A. L., Costa, A. G., Lopes, T. C. S., Oliveira, L. C. S. de & Macêdo, I. R. C. (2014) "Aspectos e impactos ambientais perceptíveis dos resíduos sólidos: um estudo de caso no lixão de Assú (RN)", *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 5(1), pp. 265-283. doi: 10.6008/spc2179-6858.2014.001.0019.
- Sampaio, P. M. (2005) "Amazônia: fronteiras, identidades e história", *Ciência e Cultura*, 3(61), pp. 26-29.
- Sangermano, F., Toledano, J. & Eastman, R. (2012) "Land cover change in the bolivian Amazon and its implications for REDD+ and endemic biodiversity", *Landscape Ecology*, 27(4), pp. 571-584. doi: 10.1007/s10980-012-9710-y.

- Santos, C. J. B. dos & Castiglione, L. H. G. (2014) “A atuação do IBGE na evolução da cartografia civil no Brasil”, *Terra Brasilis*, 3, pp. 1-24. Disponível em: <http://journals.openedition.org/terrabrasilis/942>. (Acedido em 5 Dezembro 2017).
- Santos, D. (2002) *A reinvenção do espaço - Diálogos em torno da construção do significado de uma categoria*. 1.ª ed. São Paulo: Editora Unesp.
- Santos, F. T. (2009) “Territórios resilientes enquanto orientação de planeamento”, *Prospectiva e Planeamento*, 16, pp. 13-28.
- Santos, J. G. (2002) “Movimentos de vertente na área de Peso da Régua: análise e avaliação multicritério para o zonamento de hazards em ambiente SIG”, *Territorium*, (9), pp. 53-73. doi: 10.14195/1647-7723_9_4.
- Santos, K. C. F. dos (2015) “Os Direitos Humanos Internacionais e a Vulnerabilidade dos Povos Indígenas”, *Revista de Direitos Humanos em Perspectiva*, 1(1), pp. 30-59. doi: 10.26668/indexlawjournals/2526-0197/2015.v1i1.835.
- Santos, M. (1994) “Técnica; espaço; tempo: Globalização e meio técnico-científico informacional”, São Paulo: Hucitec.
- Santos, M. (2000) *Por uma outra globalização*. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Record.
- Santos, M. (2006) *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 4.ª ed. São Paulo: Edusp. Disponível em: http://www.geociencia.xpg.com.br/dwd/Milton_Santos_A_Natureza_do_Espaco.pdf. (Acedido em 9 Fevereiro 2017).
- Santos, N., Cunha, L., Gomes, E., Capinha, C., Tenedório, J. A., Rocha, J., Almeida, A. P. G., Rosário, V. E. do & Sousa, C. A. (2014) “Modelação geográfica em Sig do risco de re-emergência de malária em Portugal continental”, em *Trunfos de uma Geografia Activa: desenvolvimento local, ambiente, ordenamento e tecnologia*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra. pp. 585–591.
- Sarewitz, D., Pielke, R. & Keykhah, M. (2003) “Vulnerability and risk: Some thoughts from a political and policy perspective”, *Risk Analysis*, 23(4), pp. 805-810. doi: 10.1111/1539-6924.00357.
- Satish, D. & Satyanarayana, S. V. (2015) “Economic vulnerability and resilience to external shocks: a cross country study”, *Indian Journal of Economics & Research*, 4(6), pp. 7-23.
- Schaltegger, S. & Burritt, R. (2000) *Contemporary environmental accounting: issues, concepts and practice*. Sheffield: Greenleaf Publishing Limited.
- Schmidt, L. & Guerra, J. (2013) “Do ambiente ao desenvolvimento sustentável”, *Revista Lusófona de Educação*, 25(25), pp. 193-211. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/4387>. (Acedido em 2 Março 2017).
- Schmidtlein, M. C., Deutsch, R. C., Piegorsch, W. W. & Cutter, S. L. (2008) “A sensitivity analysis of the social vulnerability index”, *Risk Analysis*, 28(4), pp. 1099-1114. doi: 10.1111/j.1539-6924.2008.01072.x.
- Schneiderbauer, S. (2007) *Risk and vulnerability to natural disasters – from broad view to focused perspective. Theoretical background and applied methods for the identification of the most endangered populations in two case studies at different scales*. Dissertação de Mestrado. Universita t Berlin.
- Schor, T., Tavares-Pinto, M. A. & Butel, A. (2016) “Mercados e feiras na tríplice fronteira: uma análise dos espaços de comercialização de produtos in natura na cidade de Tabatinga, Amazonas - Brasil”, *Caminhos de Geografia*, 17(59), pp. 1-17. doi: 10.14393/rcg175901.

- Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (2013) *Água e desenvolvimento sustentável - recursos hídricos fronteirços e transfronteirços do Brasil, Série Estudos Estratégicos*. Brasil: Secretaria de Assuntos Estratégicos.
- Secreto, M. V. (2007) “A ocupação dos “espaços vazios” no governo Vargas: do “Discurso do rio Amazonas” à saga dos soldados da borracha”, *Estudos Históricos*, 40, pp. 115–135.
- Secreto, M. V. (2011) ““Mais borracha para a vitória”. Campanha de recrutamento de trabalhadores e fracasso social na exploração de borracha durante o governo Vargas”, *Estudios Rurales*, 1(1), pp. 79-107.
- Seixas, M. M. de (2017) “Overseas elements in portuguese armorials from the Moderna Era”, *e-Journal of Portuguese History*, 15(2), pp. 1-29.
- Selby, M. J. (1993) *Hillslope materials and processes*. 2nd edition. United Kingdom: Oxford University Press.
- Knowles, R, Shaw, J. & Docherty, I (eds.) (2008) *Transport geographies: mobilities, flows and spaces*. Nova Jersey: Wiley-Blackwell.
- Shekhar, S. & Xiong, H. (2018) *Encyclopedia of GIS*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Silva, A. P. & Michaelis, H. (2004) *Moderno dicionario da lingua portuguesa*. São Paulo: Editora Melhoramentos Ltda.
- Silva, C. R. da. (2008) *Geodiversidade do Brasil: Conhecer o passado para entender o futuro*. Rio de Janeiro: CPRM.
- Silva, E. R. da & Junior, L. C. de M. (2012) *O ambiente entre nós*. Rio de Janeiro: Sinergia.
- Silva, J. X. da (2001) *Geoprocessamento para análise ambiental*. Rio de Janeiro: UFRJ.
- Silva, M. M. G. T. de & Kawasaki, A. (2018) “Socioeconomic Vulnerability to Disaster Risk: A Case Study of Flood and Drought Impact in a Rural Sri Lankan Community”, *Ecological Economics*, 152, pp. 131-140. doi: 10.1016/j.ecolecon.2018.05.010.
- Silva, P. A. da (2011) *Aspectos históricos e ambientais do Porto das Catraias e arredores e suas relações com Tabatinga (AM)*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.
- Sioli, H. (1984) *The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dordrecht: Springer Netherlands. doi: 10.1007/978-94-009-6542-3.
- Sioli, H. (1985) *Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais*. Rio de Janeiro: Vozes.
- Slovic, P. (1987) “Perception of risk”, *Science*, 236(4799), pp. 280-285. doi: 10.1126/science.3563507.
- Slovic, P. (2016) *The perception of risk*. Reino Unido: Earthscan Publications Ltd. doi: 10.4324/9781315661773.
- Smit, B. & Wandel, J. (2006) “Adaptation, adaptive capacity and vulnerability”, *Global Environmental Change*, 16(3), pp. 282-292. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008.
- Smith, B., Clifford, N. J. & Mant, J. (2014) “The changing nature of river restoration”, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 1(3), pp. 249-261. doi: 10.1002/wat2.1021.
- Smith, L. T., Aragão, L. E. O. C., Sabel, C. E. & Nakaya, T. (2014) “Drought impacts on children’s

- respiratory health in the brazilian Amazon”, *Scientific Reports*, 4, p. 1-8. doi: 10.1038/srep03726.
- Soares, L. M. P. M., Fonseca, B., Costa, A. & Bateira, C. V. de M. (2017) “Perceção do risco: ensaios no ensino secundário”, *Revista de Educação Geográfica/U.P.*, 2, pp. 81-89. doi: 10.21747/getup/2a8.
- Soares Filho, B. S., Nepstad, D., Curran, L., Voll, E., Cerqueira, G., Garcia, R. A., Ramos, C. A., McDonald, A., Lefebvre, P. Schlesinger, P. (2006) “Modeling conservation in the Amazon basin”, *Nature*, 440, pp. 520–523.
- Sobral, A., Freitas, C. M. de, Andrade, E. V. de, Lyra, G. F. D., Mascarenhas, M. D. S., Alencar, M. R. F. de, Castro, R. D. A. L. & França, R. D. F. (2010) “Desastres naturais - sistemas de informação e vigilância: uma revisão da literatura”, *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 19(4), pp. 389-402. doi: 10.5123/S1679-49742010000400009.
- Soczek, D. (2008) “Vulnerabilidade social e Novos direitos: reflexões e perspectivas”, *Espaço Jurídico*, 9(1), pp. 19-30.
- Sorg, L., Medina, N., Feldmeyer, D., Sanchez, A., Vojinovic, Z., Birkmann, J. & Marchese, A. (2018) “Capturing the multifaceted phenomena of socioeconomic vulnerability”, *Natural Hazards*, 92, pp. 257-282. doi: 10.1007/s11069-018-3207-1.
- Sotchava, V. B. (1977) “O estudo dos geossistemas”, *Métodos em Questão*. São Paulo: Edusp.
- Sousa, J. (2011) “Mão-de-obra indígena na Amazônia Colonial”, *Em Tempo de Histórias*, (6), pp. 1-18. doi: 10.26512/emtempos.v0i06.20175.
- Sousa, P. H. G. O., Neves, A. A. C. & Silva, C. A. (2009) “Famílias em áreas de risco: uma análise de indicadores sociais na comunidade Boa Vista, Fortaleza, Ceará”, *Gaia Scientia*, 3(2), pp. 55-62. doi: 10.21707/gsv3i2.3982.
- Souza, C. & Carvalho, I. M. M. de (1999) “Reforma do Estado, descentralização e desigualdades”, *Lua Nova: Revista de Cultura e Política*, (48), pp. 187-212. doi: 10.1590/S0102-64451999000300011.
- Souza, C., Firestone, L., Silva, L. M. & Roberts, D. (2003) “Mapping forest degradation in the Eastern Amazon from SPOT 4 through spectral mixture models”, *Remote Sensing of Environment*, 87(4), pp. 494-506. doi: 10.1016/j.rse.2002.08.002.
- Souza, M. (2019) *História da Amazônia*. 1.ª ed. Rio de Janeiro: Record.
- Souza Filho, P. W. M. e, Paradella, W. R., Souza Júnior, C., Valeriano, D. de M. & Miranda, F. P. de (2006) “Sensoriamento remoto e recursos naturais da amazônia”, *Revista Ciência e Cultura da SBPC*, 58(3), pp. 37-41. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252006000300016&lng=en&nrm=iso&tling=pt. (Acedido em 11 Outubro 2018).
- Spinelli, M. V. P., Carvalho, R. M. C. M. de O., Silva, H. P. da, Brandão, S. S. F. & Frutuoso, M. N. M. de A. (2016) “Estudo sustentável da capacidade de carga antrópica e a sua influência no ponto de equilíbrio da resiliência ambiental”, *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9(1), pp. 185-199. doi: 10.5935/1984-2295.20140015.
- Spink, M. J. P. (2014) “Viver em áreas de risco: tensões entre gestão de desastres ambientais e os sentidos de risco no cotidiano”, *Ciência & Saúde Coletiva*, 19(9), pp. 3743-3754. doi: 10.1590/1413-81232014199.01182014.
- Spix, J. B. von & Martius, K. F. P. Von (1981) *Viagem pelo Brasil: 1817-1820, Reconquista do Brasil*. Belo Horizonte: Itatiaia.

- Suertegaray, D. M. A. (2002) “Geografia Física (?), Geografia Ambiental (?) ou Geografia e Ambiente (?)», em Mendonça F e Kozel S (eds.) *Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea*. Curitiba: UFPR, pp. 111-120.
- Suguio, K. (2003) *Geologia Sedimentar*. São Paulo: Edgard Blucher.
- Suguio, K. & Bigarella, J. J. (1990) *Ambientes Fluviais*. 2ª. Florianópolis: UFSC/UFPR.
- Sullivan-Wiley, K. A. & Short Gianotti, A. G. (2017) “Risk perception in a multi-hazard environment”, *World Development*, 97, pp. 138-152. doi: 10.1016/j.worlddev.2017.04.002.
- Tagliani, C. R. A. (2003) “Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações”, *Anais XI SBSR*, 0, pp. 1657–1664. Disponível em: <http://www.repositorio.furg.br:8080/handle/1/3113>. (Acedido em 3 Setembro 2019).
- Takahashi, T. (2000) *Sociedade da informação no Brasil: Livro Verde*. Brasília: Ministério da Ciência e da Tecnologia.
- Tallis, H., Kennedy, C. M., Ruckelshaus, M., Goldstein, J. & Kiesecker, J. M. (2015) “Mitigation for one & all: an integrated framework for mitigation of development impacts on biodiversity and ecosystem services”, *Environmental Impact Assessment Review*, 55(2015), pp. 21-34.
- Teixeira, W., Fairchild, T. R., Toledo, C. M. de & Taioli, F. (2009) *Decifrando a Terra*. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- Teles, V. M. B. (2001) “Riscos naturais e sociedade: estudo de caso no concelho de Braga”, *Territorium*, (8), pp. 77–92. doi: 10.14195/1647-7723_8_7.
- Teles, V. M. B. (2010) *A (in)consciência dos riscos naturais em meio urbano. Estudo de caso: o risco de inundação no concelho de Braga*. Tese de Doutoramento. Universidade do Minho.
- Teles, V. M. B. (2002) “Quando os rios galgam as margens: um breve retrato das cheias de 5 de Janeiro de 2001 nos concelhos de Braga e de Guimarães”, *Territorium*, (9), pp. 75-88. doi: 10.14195/1647-7723_9_5.
- Teles, V. M. B. (2017) “Sobre a consciencialização do risco: a propósito da localização de edifícios escolares”, *Cadernos de Geografia*, (1), pp. 155-163. doi: 10.14195/0871-1623_01_16.
- Tenedório, J. A. (2001) “Télétection, systèmes d’information géographique et suivi de l’étalement périurbain dans l’aire métropolitaine de Lisbonne”, *Bulletin de l’Association de Géographes Français*, 78(1), pp. 66-77.
- Thériault, M. & Miller, M. (2012) “Geographical Information Systems. Principles and Applications”, *Cahiers de géographie du Québec*, 36(99), pp. 515-525. doi: 10.7202/022298ar.
- Tiedemann, H. (1999) “The economical consequences of floods and landslides”, In Casale R & Margottini C. *Floods and Landslides: Integrated Risk Assessment*. Heidelberg: Springer-Verlag GmbH. pp. 223–244. doi: 10.1007/978-3-642-58609-5_14.
- Tierney, K. J., Lindell, M. K. & Perry, R. W. (2001) *Facing the Unexpected: Disaster Preparedness and Response in the United States*. Washington, DC: Joseph Henry Press. Disponível em: <https://www.nap.edu/catalog/9834/facing-the-unexpected-disaster-preparedness-and-response-in-the-united>. (Acedido em 9 Abril 2017).
- Tominaga, L. K., Santoro, J. & Amaral, R. do (2009) *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico São Paulo.

- Tomlin, C. D. (2013) *GIS and cartographic modeling*. Redlands, CA: Esri Press.
- Tomlinson, R. (1998) "The canadian geographic information system", In Foresman T (ed.) *The history of geographic information systems: perspective from the pioneers*. NJ: Prentice Hall PTR. pp. 21–32.
- Tonucci Filho, J. B. M. (2013) "Espaço e território: um debate em torno de conceitos-chave para a geografia crítica", *Revista Espinhaço (UFVJM)*, 2(1), pp. 41-51.
- Trevisan, R. (2011) "Cidades plantadas na floresta amazônica: ações estatais para ocupação e urbanização do centro-norte brasileiro", *Revista Geográfica de América Central*, 2(47E), pp. 1-18.
- Tricart, J. (1977) *Ecodinâmica, Diretoria Técnica, SUPREN*. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN.
- Tricart, J. & Killian, J. (1982) *La ecogeografía y la ordenación del medio natural*. Barcelona: Anagrama.
- Tropmair, H. & Galina, M. H. (2007) "Geossistemas", *Mercator*, 10, pp. 79-89.
- Tsheleza, V., Ndhleve, S., Kabit, H. M., Musampa, C. M. & Nakin, M. D. V. (2019) "Vulnerability of growing cities to solid waste-related environmental hazards: the case of Mthatha, South Africa", *Jamba Journal of Disaster Risk Studies*, 11(1), pp. 1-10. doi: 10.4102/jamba.v11i1.632.
- Turner, B. L., Kasperson, R., Matson, P., McCarthy, J., Corell, R., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J., ... Schiller, A. (2003) "A framework for vulnerability analysis in sustainability science", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), pp. 8074-8079. doi: 10.1073/pnas.1231335100.
- UN General Assembly (2015) Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. New York: United Nations. doi: 10.1093/oxfordhb/9780199560103.003.0005.
- UNDP (2004) *Reducing Disaster Risk: a Challenge for Development-a Global Report, Disaster and Crisis Management*. New York: UNDP.
- UNDP (2017) *Human Development Report 2016: human development for everyone, United Nations Development Programme*. Disponível em: http://hdr.undp.org/sites/default/files/2016_human_development_report.pdf. (Acedido em 4 Setembro 2018).
- UNDP (2019) *Human development report 2019*. New York: UNDP.
- UNICEF (2017) *The State of the World's Children 2017: Children in a digital world*. Nova York: UNICEF.
- UNISDR (2009) "Terminología sobre reducción del riesgo de desastres", *Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas*, pp. 1-43. Geneva: Nações Unidas. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf. (Acedido em 1 Março 2017).
- UNISDR (2016a) Poverty & death: disaster mortality 1996 – 2015. Geneva: UNDRR.
- UNISDR (2016b) UNISDR Strategic Framework 2016-2021. Geneva: UNISDR.
- United Nations (2000) Millennium development goals. New York: UNDP.
- Valencio, N. & Valencio, A. (2011) "Os desastres como indícios da vulnerabilidade do sistema nacional de defesa civil: o caso brasileiro", *Territorium*, (18), pp. 147-156. doi: 10.14195/1647-7723_18_13.
- Valera, S. & Pol, E. (1994) "El concepto de identidad social urbana: una aproximación entre la psicología social y la psicología ambiental", *Anuário de psicología*, (62), pp. 5-24.
- Vanacker, V., Vanderschaeghe, M., Govers, G., Willems, E., Poesen, J., Deckers, J. & Bievre, B. (2003) "Linking hydrological, infinite slope stability and land-use change models through GIS for assessing the impact of deforestation on slope stability in high Andean watersheds", *Geomorphology*, 52(3-4), pp. 299-

Vanssay, B. de & Colbeaus-Justin, L. (2003) “Methodologies de retour d’experience post- catastrophe – catastrophes naturelles et technologiques”, em Moser G & Weiss K (ed.) *Espaces de vie. Aspects de la relation homme-environnement*. Paris: Armand Col.

Vargas, H. C. & Ribeiro, H. (2001) *Novos instrumentos de gestão ambiental urbana*. São Paulo: Edusp.

Vasvári, T. (2015) “Risk, risk perception, risk management - A review of the literature”, *Public Finance Quarterly (0031-496X)*, 60(1), pp. 29-48. Disponível em: <http://proxy-remote.galib.uga.edu/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=102034710&site=eds-live>. (Acedido em 10 Março 2017).

Veiga, J. E. da (2010) “Indicadores de sustentabilidade”, *Estudos Avançados*. 24(68), pp. 39-52. doi: 10.1590/S0103-40142010000100006.

Velasquez, G. & Tanhueco, R. M. T. (2005) “Incorporating social issues in disaster risk assessment”, In *Know Risk*. Geneva: United Nations, pp. 91-92.

Veyret, Y. (2007) *Os riscos - o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Editora Contexto.

Vicente, L. E. & Perez Filho, A. (2003) “Abordagem sistêmica e geografia”, *GEOGRAFIA - Rio Claro*, 28(3), pp. 323-344.

Vieira, A. A. B. & Bento-Gonçalves, A. (2015) “Investigação sobre erosão e degradação dos solos afetados por incêndios florestais”, em *II Simpósio de pesquisa em Geografia*, pp. 33-49. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/37376>. (Acedido em 12 Maio 2018).

Vieira, A. A. B., Bento-Gonçalves, A., Lourenço, L., Martins, C. O. & Leite, F. F. (2015) “Risco de incêndio florestal em áreas de interface urbano-rural: o exemplo do Ave”, *Territorium*, (16), pp. 139–146. doi: 10.14195/1647-7723_16_13.

Vieira, A. A. B. & Costa, F. da S. (2017) “As inundações do rio Douro em 1909: um contributo para o seu estudo a partir dos arquivos históricos da agência portuguesa do ambiente”, *Investigaciones Geográficas*, (53), pp. 77-92. doi: 10.5354/0719-5370.2017.43598.

Vignolli, J. R. (2006) “Vulnerabilidade sociodemográfica: antigos e novos riscos para a América Latina e o Caribe”, em Cunha JMP (Org.) *Novas Metrópoles Paulistas: população, vulnerabilidade e segregação*. pp. 95-142. Campinas: Unicamp.

Vilar, W. D. B. (2013) “Saneamento básico urbano e a epidemiologia sócioambiental de idosos moradores de um conjunto habitacional do município de Anápolis”, *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 1(2), pp. 8-19. doi: 10.21664/2238-8869.2012v1i2.p08-19.

Villa, F. & Mcleod, H. (2002) “Environmental vulnerability indicators for environmental planning and decision-making: guidelines and applications”, *Environmental management*, 29(3), pp. 335-348.

Vinagre, M. da G. & Lima, M. L. (2006) “Consumo de álcool, tabaco e droga em adolescentes: experiências e julgamentos de risco”, *Psicologia, Saúde e Doenças*, VII(1), pp. 73-81.

Vouldjeff, D. M., Wey, J. L., Devine, J. W. & Lundgren, M. P. (2016) “The boundaries of Venice: digitally mapping historical venetian borders and their modern day implications”. Disponível em: <https://digitalcommons.wpi.edu/iqp-all/3242>. (Acedido em 15 Agosto 2018).

Wachiye, A. (2013) “GIS based forest cover change and vulnerability analysis: a case study of the Nandi North forest zone”, *Journal of Geography and Regional Planning*, 6(5), pp. 159-171. doi:

10.5897/jgrp12.063.

Wallerstein, I. M. (1979) "El mercantilismo y la consolidación de la economía-mundo europea, 1600-1750", em *El Moderno sistema mundial*, p. 524. Disponível em: http://ccuc.csuc.cat/record=b4854020~S23*cat. (Acedido em 5 Junho 2018).

Wang, X., Li, J., Li, Y., Shen, Z., Wang, X., Yang, Z. & Lou, I. (2014) "Is urban development an urban river killer? A case study of Yongding Diversion Channel in Beijing, China", *Journal of Environmental Sciences (China)*, 26(6), pp. 1232-1237. doi: 10.1016/S1001-0742(13)60593-8.

Wang, Z., Tu, J., Liu, G. & Zhao, Q. (2018) "Application of GIS rapid mapping technology in disaster monitoring", In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, pp. 1849-1851. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-3-1849-2018.

Wareham, J., Levy, A. & Shi, W. (2004) "Wireless diffusion and mobile computing: implications for the digital divide", *Telecommunications Policy*, 28(5-6), pp. 439-457. doi: 10.1016/j.telpol.2003.11.005.

WCED (1987) Our common future (The Brundtland Report). *Medicine, Conflict and Survival*. doi: 10.1080/07488008808408783.

Weichselgartner, J. (1999) "Disaster mitigation: The concept of vulnerability revisited", *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 10(2), pp. 85-95. doi: 10.1108/09653560110388609.

Weichselgartner, J. & Bertens, J. (2000) "Natural disasters: Acts of god, nature or society? On the social relation to natural hazards", *12th International conference on computer simulation in risk analysis and hazard mitigation*. pp. 1-10. doi: 10.2495/RISK000001.

Weichselgartner, J. & Kelman, I. (2014) "Geographies of resilience: Challenges and opportunities of a descriptive concept", *Progress in Human Geography*, 39(3), pp. 249-267. doi: 10.1177/0309132513518834. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0309132513518834>. (Acedido em 18 Fevereiro 2018)

Welle, T. & Birkmann, J. (2015) "The world risk index—an approach to assess risk and vulnerability on a global scale", *Journal of Extreme Events*, 2(01), pp. 1550003-1-1550003-34.

White, G. F. (1998) "Reflections on the 50-year international search for integrated water management", *Water Policy*, 1(1), pp. 21-27. doi: 10.1016/S1366-7017(98)00003-8.

White, G. F. & Haas, J. E. (1975) *Assessment of research on natural hazards*. Cambridge: The MIT Press.

White, G. F., Kates, R. W. & Burton, I. (2001) "Knowing better and losing even more: The use of knowledge in hazards management", *Environmental Hazards*, 3(3-4), pp. 81-92. doi: 10.3763/ehaz.2001.0308.

Willis, H. H. (2007) "Guiding resource allocations based on terrorism risk", *Risk Analysis*, 27(3), pp. 597-606. doi: 10.1111/j.1539-6924.2007.00909.x.

Willis, I. & Fitton, J. (2016) "A review of multivariate social vulnerability methodologies: a case study of the River Parrett catchment, UK", *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(6), pp. 1387-1399. doi: 10.5194/nhess-16-1387-2016.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. & Davis, I. (2004) *At risk – natural hazards, people's vulnerability and disasters*. 2nd Edition. London: Routledge.

Wu, J. S., Zong, M. L. & Peng, J. (2012) "Assessment of mining area's ecological vulnerability based on landscape pattern: a case study of Liaoyuan Jilin province of northeast China", *Chinese Journal of*

Ecology, 31(12), pp. 3213-3220.

WWF-Brasil & Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (2017) *Novas espécies de vertebrados e plantas na Amazônia: atualização e composição da lista: 2014-2015*. Brasília: WWF-Brasil.

Xavier, L. de O. (2000) "Navegantes, bandeirantes, diplomatas: um ensaio sobre a formação das fronteiras do Brasil", *Revista Brasileira de Política Internacional*, 43(2), pp. 209-211. doi: 10.1590/s0034-73292000000200012.

Xiang, X. & Liu, Y. (2018) "Exploring and enhancing spatial thinking skills: Learning differences of university students within a web-based GIS mapping environment", *British Journal of Educational Technology*, 50(4), pp. 1865-1881.

Yue, P., Zhou, H., Gong, J. & Hu, L. (2013) "Geoprocessing in cloud computing platforms - a comparative analysis", *International Journal of Digital Earth*, 6(4), pp. 404-425. doi: 10.1080/17538947.2012.748847.

Zanella, M. E., Olímpio, J. L., Costa, M. C. L. & Dantas, E. W. C. (2013) "Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE", *Sociedade & Natureza*, 25(2), pp. 317-332. doi: 10.1590/s1982-45132013000200009.

Zartler, U. (2014) "How to deal with moral tales: Constructions and strategies of single-parent families", *Journal of Marriage and Family*, 76(3), pp. 604-619. doi: 10.1111/jomf.12116.

Zhu, Z. & Woodcock, C. E. (2014) "Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data", *Remote Sensing of Environment*, 144(3), pp. 152-171. doi: 10.1016/j.rse.2014.01.011.

Zimmerer, K. S. (2010) "Retrospective on nature-society geography: tracing trajectories (1911-2010) and reflecting on translations", *Annals of the Association of American Geographers*, 100(5), pp. 1076-1094. doi: 10.1080/00045608.2010.523343.

Zucherato, B. (2018) *Cartografia da vulnerabilidade socioambiental no Brasil e Portugal: estudo comparativo entre Campos do Jordão e Guarda*. Coimbra: Universidade de Coimbra.

Sitografia

Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil – (2019). Consultado em 28 de novembro de 2019. <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/>

Fundação de Vigilância em Saúde do Amazonas – FVS (2020). Boletim de Vigilância em saúde 2013. Consultado em 01 de janeiro de 2020. <http://www.fvs.am.gov.br/publicacoes>

Fundação Nacional do Índio – (2019). Consultado em 06 de novembro de 2019. <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/quem-sao>

Global Challenges Foundation – (2018). Consultado em 12 de setembro de 2018. <https://globalchallenges.org/our-work/annual-report>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017a). <https://ww2.ibge.gov.br/home/>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017b). Consultado em 07 de outubro de 2019. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/benjamin-constant/historico>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019). Consultado em 26 de novembro de 2019. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am.html>

Instituto Chico Mendes de Biodiversidade – ICMBio (2018). Consultado em 30 de maio de 2018. <http://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamento1>

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2018). Consultado em 20 de junho de 2018. <http://www.inmet.gov.br/portal/>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2018). Consultado em 21 de setembro de 2018. <http://www.inpe.br/>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Coordenação Geral de Observação da Terra. Programa de Monitoramento da Amazônia e Demais Biomas. (2019). Consultado em 05 de dezembro de 2019. <http://terrabilis.dpi.inpe.br/downloads/>

Ministério da Saúde. (2019). Consultado em 12 de dezembro de 2019. <https://saude.gov.br/saude-de-a-z/malaria>

National Aeronautics and Space Administration – NASA (2018). Consultado em 30 de novembro de 2018. https://science.gsfc.nasa.gov/610/applied-sciences/nasa_rio_partnership_portugues.html

Netquest – Calculadoras Estatísticas (2020). Consultado em 11 de maio de 2020. <https://www.netquest.com/pt-pt/painel/calculadora-amstras/calculadoras-estadisticas>

Organizações das Nações Unidas – ONU (2018). Consultado em 12 de setembro de 2018. <https://nacoesunidas.org/docs/>

Programa de Monitoramento de Áreas Protegidas – (2019). Consultado em 01 de novembro de 2019. <https://terrasindigenas.org.br>

Scopus (2019). Consultado em 04 de junho de 2019. <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=searchbasic>

Serviço de Observação e Controles Geodinâmico, Hidrológico e Biogeoquímico da Erosão /Alteração e da Transferência de Matérias nas Bacias dos Rios Amazonas, Orinoco e Congo – SO HYBAM (2019). Consultado em 19 de dezembro de 2019. <http://www.so-hybam.org/index.php/por>

Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID (2019). Consultado em 02 de maio de 2019. <https://s2id.mi.gov.br/paginas/series/>

Web of Science (2019). Consultado em 04 de junho de 2019. https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&SID=E4EDblecunPpEkHFCyv&search_mode=GeneralSearch

ANEXOS

Anexo I – Inquérito aos residentes nas áreas de risco

Perspetivas sobre as condições de ocupação irregular em Tabatinga

Este questionário surge no âmbito do desenvolvimento da tese de doutoramento em Geografia, que está a ser desenvolvida na Universidade do Minho, em Portugal, sobre as condições de vulnerabilidade socioambiental, causadas pelo uso e ocupação de áreas de influência fluvial na Amazónia. O objetivo principal da tese é identificar as áreas com maiores níveis de vulnerabilidade socioambiental e as problemáticas socioambientais sofridas pela população residente. Agradeço que responda a todas as questões de forma clara e objetiva. Consideramos todas as respostas como importantes por refletir a opinião pessoal dos inquiridos e ficamos gratos pela disponibilidade valiosa do seu tempo e generosidade na colaboração desta investigação.

Vou começar por lhe fazer perguntas relacionadas com a sua residência.

1- Como adquiriu a residência?

() Invasão () Compra () Doação () Aluguel

2- Qual foi o motivo/razão da escolha deste espaço para residir?

3- Qual é o seu nível de relação com o ambiente no que se refere ao descarte do lixo?

() Bom () Regular () Ruim () Péssimo

4- Como tem acesso à água?

() Poço () Chuva () Companhia de abastecimento () Rio

5- Qual é o seu nível de satisfação relativamente ao serviço de coleta dos resíduos sólidos?

() Bom () Regular () Ruim () Péssimo

6- Já observou a presença de agentes públicos atuando na comunidade?

() Sempre () Algumas vezes () Nunca

7- Qual é o nível de comunicação e assistência da prefeitura para com a sua família?

() Elevado () Médio () Baixo () Muito baixo

8- Na sua visão, qual é o nível de preocupação da prefeitura com a qualidade ambiental?

() Elevado () Médio () Baixo

9- Já houve situações de membros da família serem infetados pelo mosquito que transmite a Dengue?

() Sim () Não

10- Já houve situações de membros da família serem infetados pelo mosquito que transmite a Malária?

() Sim () Não

11- Que grau de risco considera que corre por viver neste espaço?

() Muito alto () Alto () Medio () Baixo () Muito baixo

12- Quais são as principais dificuldades enfrentadas por residir neste espaço?

13- Gostaria de mudar para outro espaço de residência?

() Sim () Não

Vou, por último, fazer-lhe algumas perguntas de caráter mais pessoal.

14- Sexo: () Masculino () Feminino

15- Idade: _____ anos.

16- Naturalidade: _____ **Nacionalidade:** _____

17- Considera-se como sendo de origem indígena? () Sim () Não

18- Que nível de estudos tem?

() Não Alfabetizado

() Ensino Fundamental

() Ensino Médio

() Ensino Superior

19- Profissão / Ocupação: _____