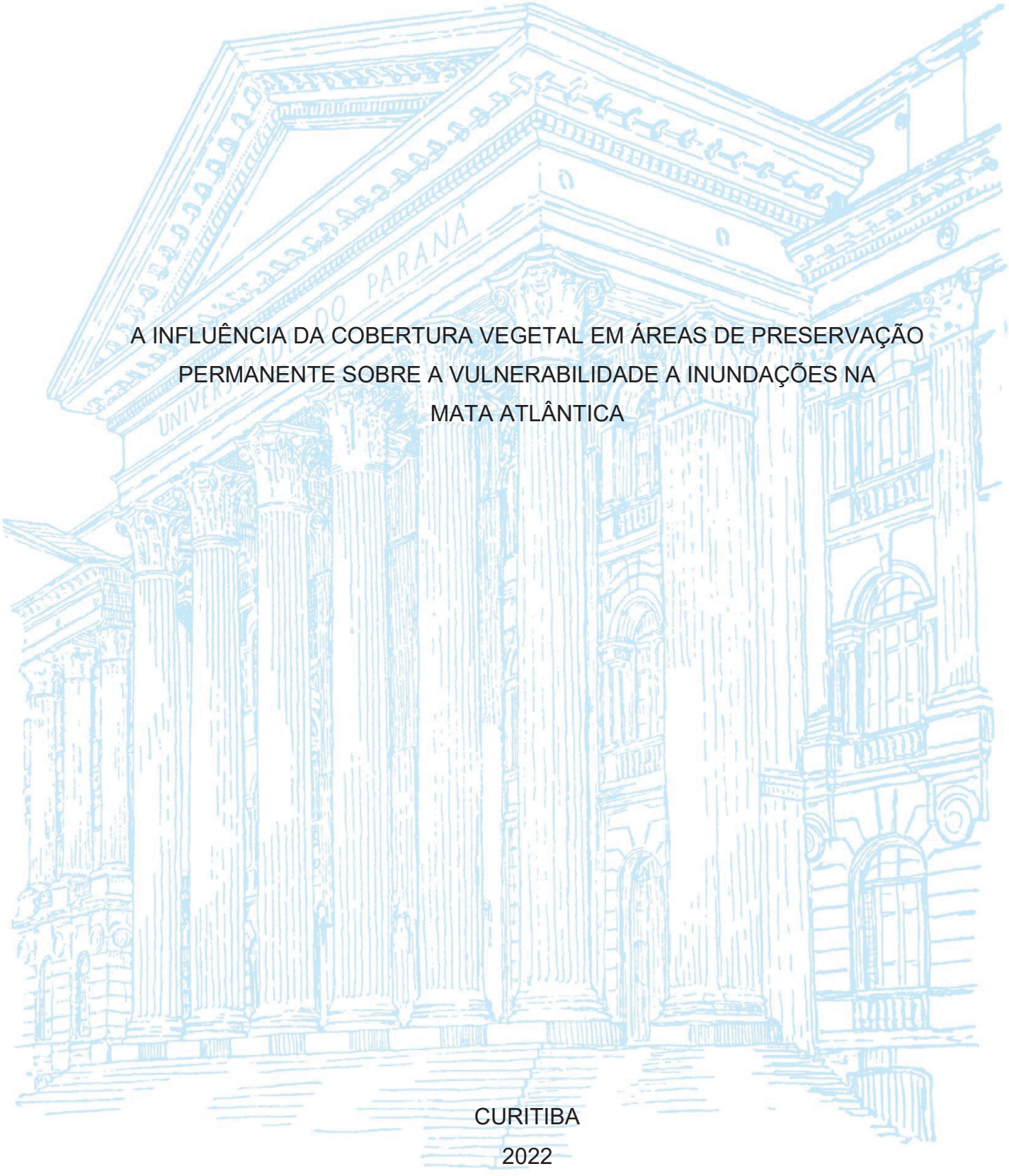
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JENNIFER VIEZZER



A INFLUÊNCIA DA COBERTURA VEGETAL EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE SOBRE A VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES NA MATA ATLÂNTICA

CURITIBA

2022

JENNIFER VIEZZER

A INFLUÊNCIA DA COBERTURA VEGETAL EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE SOBRE A VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES NA MATA ATLÂNTICA

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Engenharia Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Biondi

Coorientador: Prof. Dr. Fabio Rubio Scarano
Coorientadora: Profa. Dra. Angeline Martini

CURITIBA

2022

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Viezzer, Jennifer
A influência da cobertura vegetal em áreas de preservação permanente sobre a vulnerabilidade a inundações na Mata Atlântica / Jennifer Viezzer. – Curitiba, 2022.
1 recurso on-line : PDF.

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Biondi Batista
Coorientadores: Prof. Dr. Fabio Rubio Scarano
Profa. Dra. Angeline Martini
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 01/08/2022.
Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Áreas protegidas - Curitiba (PR). 2. Áreas protegidas - Mata Atlântica. 3. Inundações. 4. Vegetação urbana. 5. Controle de inundações. 6. Teses. I. Batista, Daniela Biondi. II. Scarano, Fabio Rubio. III. Martini, Angeline. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9
CDU – 634.0.90(816.2)

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA FLORESTAL - 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **JENNIFER VIEZZER** intitulada: **A INFLUÊNCIA DA COBERTURA VEGETAL EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE SOBRE A VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES NA MATA ATLÂNTICA**, sob orientação da Profa. Dra. DANIELA BIONDI BATISTA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 01 de Agosto de 2022.

Assinatura Eletrônica
02/08/2022 13:57:27.0
DANIELA BIONDI BATISTA
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
07/08/2022 18:59:44.0
JAÇANAN ELOISA DE FREITAS MILANI
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO)

Assinatura Eletrônica
04/08/2022 17:38:21.0
SILVIA MARIE IKEMOTO
Avaliador Externo (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE)

Assinatura Eletrônica
04/08/2022 11:18:51.0
EVERALDO MARQUES DE LIMA NETO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO)

Assinatura Eletrônica
03/08/2022 11:03:31.0
DANIEL TONELLI CAICHE
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DE SãO PAULO - USP)

Dedico a mim, ao meu amor e à minha família.

AGRADECIMENTOS

Eu tenho tanta gente para agradecer que mal cabe aqui! Agradeço:

Às pesquisadoras e pesquisadores passados, contemporâneos, e futuros, principalmente àquelas e àqueles da área de conservação da natureza, pelos objetivos compartilhados.

Às engenheiras e engenheiros florestais que se voltaram para a conservação da natureza, como José Carlos Carvalho, Miguel Milano, Tasso Azevedo, e minha orientadora, Daniela Biondi, pelo exemplo.

À Alcina Gardini Moric, Maria das Graças Ferreira Reis e Maria José de Oliveira Fonseca, as primeiras engenheiras florestais do Brasil, pela abertura de caminhos.

À Universidade Federal do Paraná, por ser minha alma mater.

Ao curso de Engenharia Florestal e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, por serem minha casa fora de casa.

À Profa. Élide Pereira dos Santos, por guiar meus primeiros passos como pesquisadora durante a iniciação científica.

À Profa. Daniela Biondi, pela orientação no mestrado e no doutorado, pelos ensinamentos, cuidado e carinho, por acreditar e confiar em mim, e por compartilhar comigo minhas conquistas.

À Profa. Angeline Martini e ao Prof. Fabio Rubio Scarano, pela coorientação tão importante para esta tese.

À Profa. Jaçanan Eloisa de Freitas Milani, à Silvia Marie Ikemoto, ao Daniel Tonelli Caiche, e ao Prof. Everaldo Marques de Lima Neto, pela disponibilidade e interesse em participar da banca e pelas contribuições.

Às professoras e professores das disciplinas que cursei durante o doutorado, em especial ao Prof. Ron Martinez, de escrita científica em inglês, e à sua equipe de apoio do Centro de Assessoria de Publicação Acadêmica (CAPA/UFPR), por terem transformado a relação que tenho com a escrita.

À todas as outras professoras e professores que já fizeram, em algum momento, parte da minha jornada, e despertaram em mim a paixão por estudar.

À Alexandra Elbakyan, criadora do Sci-Hub, por permitir que tantas pessoas tenham acesso ao conhecimento necessário para o desenvolvimento de pesquisas.

Às pessoas que disponibilizam dados e ferramentas livres, como o MapBiomas, o QGIS e seus complementos, o Fragstats, e até o I love PDF.

Às pessoas que disponibilizam gratuitamente aulas e tutoriais online, como o Prof. Heitor Marques Honório, por me ajudarem tanto, principalmente com SIG e estatística.

Ao Wolfram Lange, pelas sugestões de literatura. Ao Caio Ferrarini, por intermédio da Angeline, pela ajuda simples, porém enorme sobre a função PROCV do Microsoft Excel. Ao Fabiano Peixoto Freiman, pelos socorros com SIG. Ao Antônio Carlos Oscar Júnior, pela indicação do índice de concentração de chuvas. Ao Danilo Mildemberger de Oliveira, por ter enviado e confiado os dados da sua dissertação para eu comparar com os meus. E à Camila Rezende, por todo o apoio com a escrita, acompanhamento e terapia.

Aos especialistas que participaram da AHP, pela disponibilidade e contribuição à tese. E a todas as amigas e amigos, familiares e pessoas desconhecidas que divulgaram e participaram do questionário desta pesquisa, pela ajuda.

À Ana Paula e ao Rodrigo, por terem permitido que eu realizasse este objetivo. E ao Otávio e à Julie, pelo apoio e confiança para a prorrogação da minha licença.

À Ana Flora e demais colegas da DIDEC/CCGP, por toda a ajuda e paciência imprescindíveis aos meus pedidos de licença e de prorrogação.

À todas as amigas e amigos que fiz durante a minha vida em Brasília, especialmente à Isis, Mateus e Luciana, Luana e Vítor, André e Mayra, Otávio e Terena, e Mariana, por terem me recebido tão bem, por terem feito Brasília tão mais bonita, e sobretudo pelo quanto me apoiaram e torceram por mim.

Às amigas e amigos da GIZ, pelas experiências e por também terem torcido por mim. E às demais pessoas incríveis que cruzei pelo caminho graças aos trabalhos que desempenhei no MMA, que foram muitas, e que, sim, também torceram por mim.

Aos colegas do Laboratório de Paisagismo, Adilson, Andrea, Bruna, Eduarda, Eduardo, Juliane, Iran, Jefferson, Léo, Severo, Tamara, Tati e Thiago, pelos caminhos compartilhados. Em especial ao Allan, pela ajuda com métricas da paisagem, escrevendo artigos e falando da vida.

À Angeline, de novo, aqui como amiga, por me ouvir, discutir e aconselhar no projeto de pesquisa, na tese e na vida, antes, durante e depois da coorientação.

À Sol, por me ajudar a entender e a fazer conexões sobre o papel e a importância desta tese na minha vida.

À Shirlei, ao Tadeu, ao Daniel e à Laís, por me acolherem, estarem sempre presentes, por me ouvirem e me apoiarem.

À minha mãe, Malú, ao meu pai, Geraldo, e à Jé e ao Abel, com quem eu posso contar sempre. À minha irmã, por ser um exemplo para mim – eu queria ser igual a ela quando eu crescesse. Espero que, pelo menos em alguns aspectos, eu tenha conseguido. Ao meu pai, por sempre fazer o impossível para que as minhas escolhas fossem possíveis, mesmo quando não as entendia. E à minha mãe, por ser uma pessoa maravilhosa e força pura, que me apoia a nunca desistir mesmo depois dos “nãos”, por sempre acreditar, confiar, torcer, e cuidar de mim.

Aos meus sobrinhos, Vicente e Miguel, a quem espero um dia passar um pouco da paixão pelo estudo, pela ciência e pelas florestas.

E ao Emidio, meu *lebenslangerschicksalsschatz*, pelo amor que corre por mim como a água de um rio após uma tempestade, por ser meu porto seguro, minha força, minha inspiração, e por dividir uma vida linda comigo, inclusive a de engenheiros florestais e agora de pesquisadores. Te amo.

À vida, por ter me dado tanta, mas tanta sorte, oportunidade e privilégio, sou muito, muito, muito grata.

KLAUS:
Existe uma palavra em alemão
lebenslangerschicksalsschatz
A tradução mais próxima seria
presente do destino para a vida toda

Victoria é *wunderbar*,
mas ela não é a minha *lebenslangerschicksalsschatz*
ela é a minha *beinaheleidenschaftsgegenstand*, sabe?
[...]
Significa aquilo que é quase o que você quer,
mas não exatamente. *Das* é Victoria para mim.

TED:
Como você sabe que ela não é
lebenslangerschicksalsschatz?
Talvez, com o tempo, ela fique mais
lebenslangerschicksalsschatz.

KLAUS:
Lebenslangerschicksalsschatz
não é algo que se desenvolve com o tempo.
É algo que acontece instantaneamente.

Que corre por você como a água
de um rio após uma tempestade.
Preenchendo e esvaziando
você ao mesmo tempo.

Você sente no seu corpo todo.
Nas suas mãos, no seu coração,
no seu estômago, na sua pele
[...]
Você já se sentiu assim?

TED:
É, acho que sim.

KLAUS:
Se você “acha”,
você ainda não sentiu.

(BAYS; THOMAS, 2012).

RESUMO

As inundações estão cada vez mais frequentes e afetando mais pessoas. Para combate-las, a proteção da vegetação em Áreas de Preservação Permanente (APPs) nas cidades é recomendada como uma Solução baseada na Natureza (SbN). O objetivo desta pesquisa, então, foi analisar as APPs no contexto das inundações. As hipóteses testadas foram: (1) a cobertura vegetal em APP é menor em municípios mais urbanizados, com melhores condições socioeconômicas e com menor cobertura vegetal no geral; (2) a vulnerabilidade a inundações é maior em municípios mais urbanizados, com piores condições socioeconômicas, e com menor cobertura vegetal (em APP e no geral); (3) a vulnerabilidade a inundações é maior em áreas com menor qualidade ambiental; e (4) as pessoas percebem a conservação e a recuperação da vegetação como uma solução contra as inundações nas cidades. Para as hipóteses 1, 2 e 4, os municípios da Mata Atlântica, bioma mais desmatado e urbanizado do Brasil e com maior ocorrência de inundações, foram considerados; já para a hipótese 3, determinou-se um estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, em Curitiba, PR, que possui alta densidade demográfica, baixa cobertura vegetal, ocupação das margens dos rios, e registros de inundações. Para a Mata Atlântica, foram levantados dados secundários e calculados indicadores de urbanização (densidade demográfica, população urbana, área construída), socioeconômicos (renda per capita, pobreza relativa, desigualdade, analfabetismo, IDH), ambientais (cobertura vegetal, área do passivo de APP), e de vulnerabilidade a inundações (índice de vulnerabilidade e impactos biofísicos potenciais). Esses indicadores foram avaliados considerando os 3.057 municípios do bioma e os 205 municípios com população acima de 100.000 habitantes. Foram aplicadas análises: estatística descritiva, teste t, de correlação de Pearson, Spearman e Kendall, e de indicadores de associação espacial. Para a bacia do Rio Belém, foram elaborados dois índices por meio de processo analítico hierárquico: vulnerabilidade a inundações (considerando índice de concentração de chuvas, altitude, declividade, índice topográfico de umidade, solo, distância do corpo d'água, uso e cobertura do solo, porção da bacia) e qualidade ambiental (composto por cobertura vegetal, NDVI, tipologia de área verde, e métricas da paisagem área, forma, borda, conectividade). Para a população do bioma, um questionário com 34 perguntas foi aplicado em 386 participantes. Respostas foram avaliadas pelos testes qui-quadrado e de Kruskal-Wallis. Resultados demonstram que o passivo de APP não é maior em municípios mais urbanizados ou com melhores condições socioeconômicas, pelo contrário, embora seja maior em municípios com menor cobertura vegetal no geral. Maior vulnerabilidade a inundações foi encontrada, em média, nas cidades grandes e nos municípios com menor cobertura vegetal em APP. Na área do estudo de caso, a vulnerabilidade a inundações é maior em áreas com menor qualidade ambiental. A população da Mata Atlântica estudada aponta o uso e a cobertura do solo dentre as principais causas das inundações; conhece APPs, destacando a preservação dos recursos hídricos como sua principal função; prefere APPs urbanas mais naturais; e percebe as APPs como uma solução contra inundações nas cidades.

Palavras-chave: Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE). Floresta Urbana. Redução do Risco de Desastres (RRD). Serviços Ecossistêmicos. Soluções baseadas na Natureza (SbN).

ABSTRACT

Floods are increasingly frequent and affecting more and more people. To combat them, the protection of the vegetation within Permanent Preservation Areas (PPAs) in cities is recommended as a Nature-Based Solution (NbS). This research aimed to explore PPAs in the context of floods. The tested hypotheses were: (1) the vegetation cover in PPA is lower in municipalities more urbanized, with better socioeconomic conditions, and with lower vegetation cover in general; (2) flood vulnerability is higher in municipalities more urbanized, with worse socioeconomic conditions, and with less vegetation cover (within PPA and in general); (3) flood vulnerability is higher in areas with lower environmental quality; and (4) people perceive conservation and restoration of riparian areas as a solution against flooding in cities. For hypotheses 1, 2, and 4, the municipalities of the Atlantic Forest, the most deforested and urbanized biome in Brazil and with the highest occurrence of floods, were considered; for hypothesis 3, a case study was determined in the Belem River Watershed, in Curitiba, PR, Brazil, which has high population density, low vegetation cover, occupation of river banks, and flooding occurrences. For the Atlantic Forest, secondary data were collected and calculated as indicators of urbanization (demographic density, urban population, built-up area), socioeconomic condition (per capita income, relative poverty, inequality, illiteracy, HDI), environmental condition (vegetation cover, PPA deficit), and flood vulnerability (vulnerability index and potential biophysical impacts). These indicators were assessed considering the 3,057 municipalities in the biome and the 205 municipalities with a population above 100,000 inhabitants. We applied the following analysis: descriptive statistics, t-test, Pearson, Spearman and Kendall correlation, and local indicators of spatial association. For the Belem River Watershed, two indices were developed using the analytic hierarchy process: flood vulnerability (considering rainfall concentration index, altitude, slope, topographic wetness index, soil, distance from the water body, land use land cover, basin portion) and environmental quality (considering vegetation cover, NDVI, green area typology, and the landscape metrics area, shape, edge, connectivity). For the population of the biome, a survey with 34 questions was applied to 386 participants. Responses were evaluated by chi-square and Kruskal-Wallis tests. Results show that the vegetation cover in PPA is not lower in more urbanized municipalities or with better socioeconomic conditions, on the contrary, although it is lower in cities with less vegetation cover in general. On average, flood vulnerability is higher in big cities and in municipalities with lower vegetation cover within PPA. In the case study area, flood vulnerability is greater where environmental quality is lower. The population of the Atlantic Forest studied here addresses land use land cover among the main causes of floods; knows PPAs, highlighting the preservation of water resources as their main function; prefers more natural urban PPAs; and perceives PPAs as a solution against flooding in cities.

Keywords: Disaster Risk Reduction (DRR). Ecosystem-based Adaptation (EbA). Ecosystem Services. Nature-based Solutions (NbS). Urban Forest.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CICLO HIDROLÓGICO 42
FIGURA 2 – INFILTRAÇÃO DOS TIPOS DE SOLO DO BRASIL.....49
FIGURA 3 – ATITUDES PERANTE O RISCO 67
FIGURA 4 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: MATA ATLÂNTICA.....70
FIGURA 5 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN PARA A MATA ATLÂNTICA 70
FIGURA 6 – RELEVO DA MATA ATLÂNTICA.....72
FIGURA 7 – REGIÕES HIDROGRÁFICAS DA MATA ATLÂNTICA 73
FIGURA 8 – VEGETAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA 74
FIGURA 9 – USO E COBERTURA DO SOLO DA MATA ATLÂNTICA 74
FIGURA 10 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM.....78
FIGURA 11 – PLANTA DE CURITIBA, 1857 79
FIGURA 12 – PROJETO DE RETIFICAÇÃO DO RIO BELÉM, 1933 83
FIGURA 13 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO DA HIPÓTESE 1 DESTA PESQUISA.....89
FIGURA 14 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO DA HIPÓTESE 2 DESTA PESQUISA.....90
FIGURA 15 – CLASSIFICAÇÃO DA FREQUÊNCIA (A) E DO IMPACTO (B) DAS INUNDAÇÕES CONFORME ATLAS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES DO BRASIL 93
FIGURA 16 – DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CONFORME ATLAS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES DO BRASIL 94
FIGURA 17 – ESQUEMA DA COMPOSIÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES DO ESTUDO SOBRE IMPACTOS DA MUDANÇA DO CLIMA NA MATA ATLÂNTICA.....95
FIGURA 18 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO DA HIPÓTESE 3 DESTA PESQUISA.....99
FIGURA 19 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DO CEMADEN E DO INMET NO MUNICÍPIO DE CURITIBA, PR, BRASIL UTILIZADAS PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO (IC) DE CHUVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM 102

FIGURA 20 – GRÁFICO DA CURVA DE PRECIPITAÇÃO NORMALIZADA, A PARTIR DO NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO (X) PELA QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA (Y), NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA ATUBA (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021 (A); E GRÁFICO EXPLICATIVO PARA CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO (IC) DE CHUVAS COM BASE NO RESULTADO DA ESTAÇÃO ATUBA (B) 106
FIGURA 21 – EXEMPLO DO QUESTIONÁRIO NO GOOGLE FORM USADO COMO BASE PARA A CONSULTA AOS ESPECIALISTAS.....116
FIGURA 22 – SUPERFÍCIE DE PONTOS GERADA COMO APOIO A ELABORAÇÃO DE PLANILHA DE DADOS PARA A ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS E ÍNDICES ESTUDADOS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL 120
FIGURA 23 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO DA HIPÓTESE 4 DESTA PESQUISA.....122
FIGURA 24 – IMAGENS DE DIVULGAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA REDES SOCIAIS 125
FIGURA 25 – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA 126
FIGURA 26 – MAPAS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VARIÁVEIS DENSIDADE DEMOGRÁFICA, POPULAÇÃO URBANA ABSOLUTA E RELATIVA, E ÁREA CONSTRUÍDA ABSOLUTA E RELATIVA, QUE REPRESENTAM PARÂMETROS DE URBANIZAÇÃO, PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM MAIS DE 100.000 HABITANTES.....137
FIGURA 27 – MAPAS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VARIÁVEIS RENDA MÉDIA PER CAPITA, POBREZA RELATIVA, ÍNDICE DE DESIGUALDADE DE GINI, TAXA DE ANALFABETISMO DA POPULAÇÃO COM 18 ANOS OU MAIS E ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL, QUE REPRESENTAM PARÂMETROS SOCIOECONÔMICOS, PARA TODOS OS

MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM MAIS DE 100.000 HABITANTES 139
FIGURA 28 – MAPAS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VARIÁVEIS COBERTURA VEGETAL ABSOLUTA E RELATIVA, E PASSIVO DE APP ABSOLUTO E RELATIVO À ÁREA TOTAL DA APP E À ÁREA TOTAL DO MUNICÍPIO, QUE REPRESENTAM PARÂMETROS SOCIOECONÔMICOS, PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM MAIS DE 100.000 HABITANTES..... 141
FIGURA 29 – MAPAS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VARIÁVEIS VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES, E IMPACTOS DAS INUNDAÇÕES CONSIDERANDO OS CENÁRIOS RCP 4.5 E 8.5 E OS MODELOS ETA-HADGEM2-ES E ETA-MIROC5, QUE REPRESENTAM PARÂMETROS DE INUNDAÇÃO, PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM MAIS DE 100.000 HABITANTES..... 143
FIGURA 30 – SELEÇÃO DE MAPAS DA ANÁLISE LOCAL BIVARIADA DE MORAN I PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA..... 156
FIGURA 31 – MAPAS DAS VARIÁVEIS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL 168
FIGURA 32 – MAPAS DAS CLASSES DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL 172
FIGURA 33 – ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES, COMPOSTO POR MEIO DO PROCESSO ANALÍTICO HIERÁRQUICO, E DESTAQUE PARA AS ÁREAS MAIS VULNERÁVEIS A INUNDAÇÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL..... 175
FIGURA 34 – MAPAS DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL..... 176
FIGURA 35 – MAPAS DAS CLASSES DE QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL..... 180
FIGURA 36 – ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL, COMPOSTO POR MEIO DO PROCESSO ANALÍTICO HIERÁRQUICO, E DESTAQUE PARA AS

ÁREAS DE MAIOR QUALIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL 183
FIGURA 37 – MAPAS DE ALTA E MUITO ALTA VULERABILIDADE A INUNDAÇÕES E QUALIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL, E SUAS INTERSEÇÕES 185
FIGURA 38 – COBERTURA VEGETAL EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL.....187
FIGURA 39 – ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO E PARA RESTAURAÇÃO NA BACIA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL 188
FIGURA 40 – PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO E ECONÔMICO DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA 197
FIGURA 41 – EXPERIÊNCIAS E PERCEPÇÕES SOBRE INUNDAÇÕES E ATITUDES PERANTE O RISCO DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA 199
FIGURA 42 – PERCEPÇÃO AMBIENTAL E ATITUDES PERANTE A NATUREZA DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA 203
FIGURA 43 – PREFERÊNCIAS AMBIENTAIS DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA (PRIMEIRA PERGUNTA)....207
FIGURA 44 – PREFERÊNCIAS AMBIENTAIS DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA (SEGUNDA PERGUNTA) ...208
FIGURA 45 – PREFERÊNCIAS AMBIENTAIS DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA (TERCEIRA PERGUNTA)...209

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – CLASSES DE RELEVO DO BRASIL.....46
QUADRO 2 – TIPOS DE SOLO DO BRASIL.....48
QUADRO 3 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN PARA A MATA ATLÂNTICA.....71
QUADRO 4 – DADOS SECUNDÁRIOS DISPONÍVEIS PARA OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E CONSIDERADOS NA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DESTA PESQUISA.....92
QUADRO 5 – ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE CURITIBA, PR, BRASIL CONSIDERADAS NESTE ESTUDO.....101
QUADRO 6 – INTERPRETAÇÃO DO CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO (IC) DE CHUVAS.....108
QUADRO 7 – VARIÁVEIS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES E DE QUALIDADE AMBIENTAL.....114
QUADRO 8 – ESCALA DE COMPARAÇÃO DO AHP.....117

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA MATA ATLÂNTICA 71
TABELA 2 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE CURITIBA, PR, BRASIL 80
TABELA 3 – INTERPRETAÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO 97
TABELA 4 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA ATUBA (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021 103
TABELA 5 – AHP PARA A VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES.....117
TABELA 6 – AHP PARA A QUALIDADE AMBIENTAL 118
TABELA 7 – ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS PARÂMETROS URBANOS, SOCIOECONÔMICOS, AMBIENTAIS (INCLUSIVE APP), E DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES, PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM POPULAÇÃO ACIMA DE 100.000 HABITANTES 133
TABELA 8 – CORRELAÇÕES DE PEARSON, SPEARMAN, E KENDALL CONSIDERANDO AS VARIÁVEIS DE APP COMO DEPENDENTES (HIPÓTESE 1), PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM POPULAÇÃO ACIMA DE 100.000 HABITANTES.....145
TABELA 9 – CORRELAÇÕES DE PEARSON, SPEARMAN, E KENDALL CONSIDERANDO AS VARIÁVEIS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES COMO DEPENDENTES (HIPÓTESE 2), PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM POPULAÇÃO ACIMA DE 100.000 HABITANTES 150
TABELA 10 – ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO (IC) DE CHUVAS NAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE CURITIBA, PR, BRASIL CONSIDERADAS NESTE ESTUDO 168

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AbE	- Adaptação baseada em Ecossistemas
AHP	- Processo Analítico Hierárquico
ANA	- Agência Nacional de Águas
APA	- Área de Proteção Ambiental
APP	- Área de Preservação Permanente
AR5	- 5º Relatório de Avaliação do IPCC
AR6	- 6º Relatório de Avaliação do IPCC
AREA	- Métrica da paisagem área do remanescente de vegetação
ASPRS	- Sociedade Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
BCBU	- Bosques da Conservação da Biodiversidade Urbana
BGC	- Cidades Verdes-Azuis
CAAE	- Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CBD	- Convenção sobre Diversidade Biológica
CEMADEN	- Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CEP	- Comitê de Ética em Pesquisa
CI	- Conservação Internacional
CNPq	- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNRH	- Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COBRADE	- Codificação Brasileira de Desastres
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
COP	- Conferência das Partes
CORE	- Métrica da paisagem efeito da borda do remanescente de vegetação
CR	- Razão de Consistência
CREA	- Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CRED	- Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres
CWD	- Número máximo de dias úmidos consecutivos no ano
DMA	- Agência de Mapeamento da Defesa dos Estados Unidos
Eco-RRD	- Redução de Risco de Desastres baseada em Ecossistemas

ENN	- Métrica da paisagem conectividade entre remanescentes de vegetação
EPANB	- Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade
ESDA	- Análise Exploratória de Dados Espaciais
FAO	- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FBDS	- Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável
FJP	- Fundação João Pinheiro
FU-SbN	- Floresta Urbana como Solução baseada na Natureza
GAC AP	- Grupo de Artilharia de Campanha Autopropulsado
IAT	- Instituto Água e Terra
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	- Índice de Concentração de chuvas
IDH	- Índice de Desenvolvimento Humano
IDHm	- Índice de Desenvolvimento Humano municipal
IDW	- Ponderação pelo Inverso da Distância
INMET	- Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPBES	- Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos
IPCC	- Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPPUC	- Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
IQA	- Índice de Qualidade Ambiental
IUCN	- União Internacional para a Conservação da Natureza
IVI	- Índice de Vulnerabilidade a Inundações
LID	- Desenvolvimento urbano de Baixo Impacto
LISA	- Indicadores Locais de Associação Espacial
LPVN	- Lei de Proteção da Vegetação Nativa
MDE	- Modelo Digital de Elevação
MEA	- Avaliação Ecossistêmica do Milênio
MI	- Ministério da Integração Nacional
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
NDVI	- Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

NGS	- Pesquisa Geodésica Nacional dos Estados Unidos
OCDE	- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	- Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OMM	- Organização Mundial de Meteorologia
OMS	- Organização Mundial da Saúde
ONU	- Organização das Nações Unidas
ONU-HABITAT	- Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos
PDA	- Programa de Despoluição Ambiental
PDH	- Programa de Despoluição Hídrica
PIB	- Produto Interno Bruto
PL	- Projeto de Lei
PLANAVEG	- Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa
PlanClima	- Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas de Curitiba
PMMA	- Plano Municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica
PMQAR	- Programa de Monitoramento da Qualidade de Águas dos Rios
PMS	- Plano Municipal de Saneamento
PNA	- Plano Nacional de Adaptação à mudança do clima
PNAD	- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNPDEC	- Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNSH	- Plano Nacional de Segurança Hídrica
PNUD	- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Brasil)
PRRU	- Programa de Revitalização de Rios Urbanos
PUCPR	- Pontifícia Universidade Católica do Paraná
R10	- Número de dias por ano com precipitação igual ou maior a 10 mm
R95p	- Número de dias em que a precipitação foi igual ou maior à 95% de todos os dias úmidos do ano, com chuvas iguais ou maiores à 1mm
RCP	- Caminhos Representativos de Concentração
RI	- Índice Aleatório tabelado
RIO+20	- Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável

RPPNM	- Reserva Particular do Patrimônio Natural Municipal
Rx5day	- Precipitação máxima anual em 5 dias consecutivos
SAGA	- Sistema de Análises Geocientíficas Automatizado
SANEPAR	- Companhia de Saneamento do Paraná
SBAU	- Sociedade Brasileira de Arborização Urbana
SbN	- Soluções baseadas na Natureza
SEDEC	- Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SEEG	- Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases do Efeito Estufa
SESA	- Setor de Saneamento Ambiental
SHAPE	- Métrica da paisagem forma do remanescente de vegetação
SIG	- Sistema de Informações Geográficas
SMMA	- Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SMOP	- Secretaria Municipal de Obras Públicas
SMU	- Secretaria Municipal de Urbanismo
SMUC	- Sistema Municipal de Unidades de Conservação
SNUC	- Sistema Nacional de Unidades de Conservação
STJ	- Supremo Tribunal de Justiça
SUDERHSA	- Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
TRUST	- Transições para os Serviços de Água Urbanos do Amanhã
TWI	- Índice Topográfico de Umidade
UC	- Unidade de Conservação
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
UFSC	- Universidade Federal de Santa Catarina
UNCCD	- Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos efeitos da seca
UNDRR	- Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres
UNDP	- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
UNEP	- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
UNESCO	- Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNFCCC	- Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
UN-WATER	- Nações Unidas Água
URBES	- Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos Urbanos
USGS	- Serviço Geológico dos Estados Unidos
WEF	- Fórum Econômico Mundial
WSUD	- Design Urbano Sensível a Água

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 27
1.1 JUSTIFICATIVA 29
1.2 OBJETIVOS 33
1.2.1 Objetivo geral 33
1.2.2 Objetivos específicos 33
2 REVISÃO DE LITERATURA 34
2.1 DESASTRES NATURAIS 34
2.1.1 O maior desastre natural já registrado no Brasil 34
2.1.2 Conceitos e impactos dos desastres naturais 35
2.2 INUNDAÇÕES: OS DESASTRES NATURAIS MAIS FREQUENTES 37
2.3 VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM A OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES 41
2.3.1 Variáveis meteorológicas e climáticas 43
2.3.2 Variáveis topográficas 45
2.3.3 Variáveis pedológicas 47
2.3.4 Variáveis hidrográficas 49
2.3.5 Variáveis de degradação ambiental, uso e cobertura do solo, e urbanização 51
2.4 O SERVIÇO ECOSSISTÊMICO DE REDUÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÕES 55
2.4.1 Conceitos e benefícios dos serviços ecossistêmicos 55
2.4.2 Áreas de Preservação Permanente (APPs) hídricas urbanas 58
2.4.3 Áreas prioritárias para conservação e recuperação da vegetação nativa em APPs hídricas urbanas visando a redução do risco de inundações 62
2.5 A PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O PLANEJAMENTO URBANO 66
3 MATERIAL E MÉTODOS 69
3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO 69
3.1.1 Mata Atlântica 69
3.1.1.1 Seleção dos municípios da Mata Atlântica considerados neste estudo 77
3.1.2 Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR 78
3.1.2.1 Inundações e planejamento urbano na Bacia Hidrográfica do Rio Belém 82
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 88

3.2.1 APPs e vulnerabilidade a inundações na Mata Atlântica: investigação das 1ª e 2ª hipóteses de pesquisa 88
3.2.2 Vulnerabilidade a inundações e qualidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR: investigação da 3ª hipótese de pesquisa 98
3.2.2.1 Índice de Concentração de chuvas (IC) 101
3.2.2.2 Outras variáveis que influenciam a ocorrência de inundações 108
3.2.2.3 Variáveis que influenciam a qualidade ambiental 110
3.2.2.4 Processo Analítico Hierárquico (AHP) 113
3.2.2.5 Análise estatística 120
3.2.3 Percepção da população da Mata Atlântica: investigação da 4ª hipótese de pesquisa 121
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 133
4.1 APPS HÍDRICAS E SUA RELAÇÃO COM INDICADORES DE URBANIZAÇÃO, SOCIOECONÔMICOS, AMBIENTAIS, E DE VULNERABILIDADE A 133
INUNDAÇÕES NA MATA ATLÂNTICA 133
4.1.1 Descrição e visualização espacial dos parâmetros analisados 133
4.1.2 Análises de correlação entre APPs hídricas e indicadores de urbanização, socioeconômicos e ambientais na Mata Atlântica 144
4.1.3 Análises de correlação entre vulnerabilidade a inundações e indicadores de urbanização, socioeconômicos e ambientais na Mata Atlântica 149
4.1.4 Análises de indicadores de associação espacial entre os parâmetros analisados 155
4.1.5 Discussão dos resultados sobre as relações entre APPs hídricas e indicadores de urbanização, socioeconômicos, ambientais e de vulnerabilidade a inundações na Mata Atlântica 162
4.2 ESTUDO DE CASO: RELAÇÃO ENTRE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES E QUALIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM 167
4.2.1 Áreas mais vulneráveis a inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Belém 167
4.2.2 Áreas com maior qualidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Belém 176
4.2.3 Relação entre vulnerabilidade a inundações e qualidade ambiental 185
4.2.4 Áreas prioritárias para conservação e para restauração em APPs hídricas considerando vulnerabilidade a inundações e qualidade ambiental 186
4.2.5 Discussão dos resultados sobre as relações entre vulnerabilidade a inundações e qualidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Belém 191

4.3 EXPERIÊNCIAS, PREFERÊNCIAS E PERCEPÇÕES DA POPULAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA SOBRE APPS HÍDRICAS E VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES 196
5 CONCLUSÕES 211
REFERÊNCIAS 215
APÊNDICE 1 – LISTA DOS 3.027 MUNICÍPIOS DO BIOMA MATA ATLÂNTICA CONSIDERADOS NESTE ESTUDO 262
APÊNDICE 2 – TABELAS PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO DE CHUVAS (IC) PARA AS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS CONSIDERADAS NESTE ESTUDO 284
APÊNDICE 3 – GRÁFICOS PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO DE CHUVAS (IC) PARA AS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS CONSIDERADAS NESTE ESTUDO 299
APÊNDICE 4 – COMPARAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO ANALÍTICO HIERÁRQUICO (AHP) REALIZADA POR CADA ESPECIALISTA CONSULTADO NESTE ESTUDO 301
APÊNDICE 5 – TERMO DE COMPROMISSO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARTE DO QUESTIONÁRIO APLICADO NESTE ESTUDO 305
APÊNDICE 6 – CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES 307
APÊNDICE 7 – CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL 309
APÊNDICE 8 – CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES E AS VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL 311
APÊNDICE 9 – MANCHAS DE INUNDAÇÃO E ÁREAS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES ALTA OU MUITO ALTA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL 313
ANEXO 1 – DOCUMENTO DE APROVAÇÃO DO QUESTIONÁRIO APLICADO NESTE ESTUDO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP/UFPR) 314
ANEXO 2 – ÁREAS INUNDÁVEIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL 320
ANEXO 3 – MAPAS DE INUNDAÇÃO APRESENTADOS NO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DA BACIA DO RIO IGUAÇU 321

ANEXO 4 – MANCHAS DE ENCHENTES OBSERVADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL, APRESENTADAS NO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DE CURITIBA.....323
ANEXO 5 – RISCO DE INUNDAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL APRESENTADO NO PLANO MUNICIPAL DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DE CURITIBA.....324
ANEXO 6 – RISCO DE INUNDAÇÕES EM CURITIBA, PR, BRASIL 325

1 INTRODUÇÃO

As inundações, que acontecem quando a água transborda de rios e de outros corpos d'água para áreas adjacentes que não são habitualmente submersas, são cada vez mais frequentes. Isso ocorre devido a uma combinação complexa de diversos fatores. Destacam-se, entre eles, o aumento na frequência e na intensidade das chuvas, efeito da mudança do clima, combinado a profundas alterações no tipo de uso e cobertura do solo. Além disso, as inundações estão afetando cada vez mais pessoas, sobretudo pelo aumento da quantidade e da densidade de habitantes nos lugares onde as inundações mais ocorrem: as cidades.

Além da alta concentração de habitantes, as cidades possuem vários problemas causados pelo seu uso e cobertura do solo modificados, com solos impermeabilizados e baixa cobertura vegetal. Adicionalmente, os rios urbanos sofrem com alterações devido a canalização, retificação e aterramento, muitas vezes com o objetivo de diminuir a ocorrência de inundações. Sabe-se, porém, que essas medidas convencionais de engenharia mais causam problemas do que solucionam. Por isso, alternativas vêm sendo sugeridas, discutidas e implementadas – dentre elas, a conservação e recuperação da vegetação ripária, componente da floresta urbana.

Os benefícios da vegetação ao ciclo hidrológico são serviços ecossistêmicos bem conhecidos. A vegetação intercepta a precipitação. Enquanto parte da água interceptada volta para a atmosfera por meio do processo de evapotranspiração, outra parte chega ao solo com menor força e velocidade. A vegetação também faz com que a água infiltre no solo e recarregue os rios de forma mais gradual, além de diminuir o escoamento superficial. Já a vegetação ripária, especificamente, mantém ainda um espaço onde a água pode transbordar dos corpos d'água sem atingir infraestruturas e pessoas.

Esses benefícios são conhecidos há tanto tempo que desde o primeiro Código Florestal Brasileiro, instituído pelo Decreto n° 23.793, de 23 de janeiro de 1934, a vegetação ripária era protegida na figura de florestas protetoras (BRASIL, 1934). Essa classificação se tornou o que se conhece atualmente por Áreas de Preservação Permanente (APPs), que surgiram no novo Código Florestal, Lei n° 4.771, de 15 de setembro de 1965, e que assim permanecem na atual Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 1965; 2012). Mesmo

assim, a vegetação ripária foi historicamente desmatada no Brasil, principalmente na Mata Atlântica devido à sua ocupação agropecuária e urbana.

Medidas de conservação e recuperação da vegetação voltadas ao enfrentamento das inundações vem sendo amplamente recomendadas (FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL – WEF, 2022) e se enquadram em diversos conceitos atuais (COHEN-SHACHAM et al., 2019), entre eles de infraestrutura verde-azul, redução do risco de desastres baseada em ecossistemas (Eco-RRD), adaptação à mudança do clima baseada em ecossistemas (AbE) e soluções baseadas na natureza (SbN). Embora existam vários casos de sucesso no mundo, essas medidas ainda são pontuais. Por isso, precisam ganhar escala e, para isso, dependem de planejamento territorial urbano e de políticas públicas embasados por pesquisas científicas.

Existem diversas evidências de que os desenvolvimentos urbano e econômico prejudicam a conservação da natureza (OTERO et al., 2020; WEF, 2022). Porém, muitas vezes entende-se por isso que a conservação seria incompatível com as cidades e com boas condições socioeconômicas. E enquanto as cidades, em sua maioria, não consideram a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos como fatores estratégicos (PICARELLI; KASECKER, 2022), estudos sobre conservação também excluem áreas urbanas inteiras de suas análises – e, por consequência, os serviços ecossistêmicos gerados pela floresta urbana (CROKE et al., 2017; Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2018a; FUNK et al., 2019). Há, então, certo ceticismo sobre conciliar medidas de conservação e recuperação da vegetação ripária com a urbanização, principalmente considerando que dispositivos legais às vezes são divergentes quanto à ocupação de APPs nas cidades. Por isso, a primeira hipótese desta pesquisa é: (1) a cobertura vegetal em APPs hídricas é menor em municípios – (a) mais urbanizados; (b) com melhores condições socioeconômicas; e (c) com menor cobertura vegetal no geral.

Também existem indícios de que áreas mais urbanizadas, com piores situações socioeconômicas, e com menor cobertura vegetal, são as mais vulneráveis a inundações (Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres – UNDRR, 2016; GIGOVIC et al., 2017; BARGER et al., 2018; Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO; Nações Unidas Água – UN-WATER, 2020). Então a segunda hipótese a ser testada nesta pesquisa é: (2) a vulnerabilidade a inundações é maior em municípios – (a) mais urbanizados; (b) com piores condições socioeconômicas; e (c) com menor cobertura vegetal.

Todavia, a existência de cobertura vegetal sozinha pode não ser suficiente para garantir a provisão de serviços ecossistêmicos como a proteção contra inundações (HADDAD et al., 2015). A qualidade da vegetação, então, precisaria ser considerada adicionalmente ao se planejar medidas de conservação e recuperação para a redução do risco de inundações. Portanto, a terceira hipótese desta pesquisa explora essa relação, sendo: (3) a vulnerabilidade a inundações é maior em áreas com menor qualidade ambiental. Com base nisso, esta pesquisa se propõe ainda a estabelecer um método para apontar as áreas mais importantes para a conservação e recuperação da vegetação ripária em APP buscando reduzir a vulnerabilidade a inundações.

Por fim, é importante também que a participação da população nos processos de planejamento urbano e na elaboração e implementação de políticas públicas seja assegurada (Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos – ONU-HABITAT; COLAB, 2020). Processos participativos permitem conhecer perfis, percepções e preferências das pessoas, além de provocarem reflexão sobre os temas abordados. Então, a quarta e última hipótese a ser testada por esta pesquisa é: (4) as pessoas percebem a conservação e a recuperação da vegetação ripária como uma solução contra inundações nas cidades.

Para investigar essas hipóteses, a pesquisa foi dimensionada estabelecendo duas escalas de estudo. Para as hipóteses 1, 2 e 4, todos os municípios da Mata Atlântica brasileira foram considerados; já para a hipótese 3, determinou-se um estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, em Curitiba, PR, Brasil.

1.1 JUSTIFICATIVA

Dados sobre cobertura vegetal, qualidade ambiental, e risco de desastres podem embasar planejamentos territoriais e políticas públicas, e assim permitir o direcionamento de investimentos para a melhor estratégia existente. No geral, os esforços necessários ao planejamento são altos, enquanto os recursos humanos e financeiros são escassos. Isso é ainda mais evidente no nível local, onde as medidas de conservação e recuperação da vegetação devem ser elaboradas e implementadas, buscando-se proteger as populações humanas de desastres.

Na área do conhecimento de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, em especial na subárea de Conservação da Natureza (Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, 2020), onde esta pesquisa se insere, é nítida a necessidade de fortalecer as relações entre ciência, técnica e política, para que a conservação da natureza possa ser de fato alcançada (BEDNAREK et al., 2018; ROSE et al., 2019; WALSH et al., 2019). Isso também é essencial na temática de desastres naturais, onde o conhecimento precisa embasar medidas práticas e políticas públicas para a prevenção da sua ocorrência e atenuação dos seus efeitos.

No Brasil, os desastres são abordados pela Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC)[1], lei formulada em resposta aos desastres da Região Serrana do Rio de Janeiro ocorridos em 2011 (BRASIL, 2012a; YOUNES-IBRAHIM; PINHEIRO; PARDO, 2019). Dentre as diretrizes da PNPDEC estão:

> III - a prioridade às ações preventivas relacionadas à minimização de desastres; IV - adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos de água; V - planejamento com base em pesquisas e estudos sobre áreas de risco e incidência de desastres no território nacional; VI - participação da sociedade civil (BRASIL, 2012a, não p.).

É perceptível que a PNPDEC coincide com o determinado para esta pesquisa. A proposição de áreas prioritárias e, conjuntamente, de ações preventivas para reduzir o risco de desastres, mais especificamente de inundações, é, um importante objetivo deste estudo. Como será apresentado posteriormente, o método da pesquisa inclui a adoção de uma bacia hidrográfica como estudo de caso, e a realização de um questionário buscando a participação da sociedade. Espera-se, assim, colaborar com o planejamento da redução de risco de desastres na área de estudo.

Além disso, entre os objetivos da PNPDEC estão:

> I - reduzir riscos de desastres; [...] VI - estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e de processos sustentáveis de urbanização; [...] X - estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, e a conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana; XI - combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis

---

[1] Também dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.

> e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas (BRASIL, 2012a, não p.).

Mais uma vez, o fio condutor desta pesquisa visa a diminuição do risco de desastres, com foco em cidades, em ações de conservação e recuperação da vegetação nativa como medidas para a redução desse risco, e no planejamento territorial urbano. Entende-se, desta forma, que ambos diretrizes e objetivos da PNPDEC encaixam-se devidamente ao contexto desta pesquisa.

Além da PNPDEC, todos os temas abordados nesta pesquisa são relacionados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS estão presentes na Agenda 2030[2], plano de ação elaborado em consequência à Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, conhecida por Rio+20 por ter ocorrido no Rio de Janeiro em 2012, 20 anos após a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a Rio 92 (Organização das Nações Unidas – ONU, 2015). Todos os 193 Estados-membros da ONU, entre eles o Brasil, comprometeram-se a implementar ações em busca dos ODS até 2030. No contexto desta pesquisa, destacam-se:

> Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
> [...]
> 11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade.
> [...]
> 11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis.
> [...]
> Objetivo 13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.
> [...]
> Objetivo 15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade (ONU, 2015, p. 24-27).

---

[2] Mais informações em: http://www.agenda2030.com.br/

O ODS 11 aborda a redução do risco de desastres por meio do aumento da resiliência e da sustentabilidade das cidades, o que se relaciona aos objetivos desta pesquisa. Os ODS 13 e 15, por sua vez, tratam do combate à mudança do clima e da proteção da vegetação nativa. As medidas de redução do risco de desastres que serão apresentadas aqui são de foco ecossistêmico, por meio da conservação e recuperação da vegetação nativa e, assim, podem contribuir também para o alcance desses objetivos.

Além da PNPDEC citada anteriormente, que trata de desastres no geral, o Brasil conta também com um Plano Nacional de Segurança Hídrica[3] (PNSH), desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), que inclui aumentar a resiliência a eventos extremos como inundações, e preservar ecossistemas e água em benefício da natureza e das pessoas.

Cabe ainda citar os planos nacionais que, de alguma forma, preveem o uso da biodiversidade e dos ecossistemas para diminuir a vulnerabilidade das pessoas, dentre eles o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG) (MMA, 2017a), a Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (EPANB) (MMA, 2017b), o Plano Nacional de Adaptação à mudança do clima (PNA) (MMA, 2016a), e as Áreas Prioritárias para Conservação dos Biomas Brasileiros (MMA, 2016b; 2018a).

No nível local, destaca-se o proposto pelo Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas de Curitiba (PlanClima) (CURITIBA, 2020a), como a necessidade de se identificar ameaças climáticas como as inundações e mapear os seus riscos; e identificar a percepção e o conhecimento da população em relação aos impactos ambientais decorrentes da mudança do clima. Um dos cinco setores estratégicos do PlanClima é a qualidade ambiental e urbana, definida como a "manutenção dos serviços ecossistêmicos e proteção de serviços ambientais no meio urbano, distribuindo equitativamente a riqueza inclusiva da cidade" (CURITIBA, 2020a, p. 76).

---

[3] Segurança hídrica é a capacidade da população salvaguardar o acesso sustentável para quantidades adequadas de água em qualidade aceitável para a manutenção de seus meios de vida, bem-estar humano, e desenvolvimento socioeconômico, para garantir a proteção contra a poluição da água e desastres relacionados a água, e para preservar ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política (UN-WATER, 2013).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a cobertura vegetal em Áreas de Preservação Permanente (APPs) hídricas nas cidades do Bioma Mata Atlântica, por meio de relações com indicadores urbanos, socioeconômicos, ambientais, de vulnerabilidade a inundações, e de percepção da população. Além disso, estabelecer um estudo de caso em uma bacia hidrográfica para definir áreas prioritárias para a conservação e recuperação da vegetação ripária como uma solução baseada na natureza contra inundações.

1.2.2 Objetivos específicos

- Investigar a relação entre cobertura vegetal em APP hídrica com parâmetros urbanos, socioeconômicos, e ambientais na Mata Atlântica;
- Investigar a relação entre vulnerabilidade a inundações com parâmetros, urbanos, socioeconômicos e ambientais (inclusive de APP hídrica) na Mata Atlântica;
- Construir um índice de vulnerabilidade a inundações para a Bacia Hidrográfica do Rio Belém, em Curitiba, PR, com base em aspectos climáticos e meteorológicos, topográficos, pedológicos, hidrográficos, e de uso e cobertura do solo;
- Construir um índice de qualidade ambiental para a Bacia Hidrográfica do Rio Belém, em Curitiba, PR, com base em aspectos de cobertura vegetal, tipologia de áreas verdes, e qualidade da paisagem;
- Propor áreas prioritárias para conservação e recuperação da vegetação ripária na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, em Curitiba, PR, considerando a relação entre vulnerabilidade a inundações e qualidade ambiental, bem como recomendar intervenções buscando a adaptação aos impactos de inundações e a redução do risco de desastres na área de estudo; e
- Analisar as experiências e a percepção da população da Mata Atlântica sobre inundações, e seus conhecimentos e preferências sobre a contribuição da vegetação ripária para a redução do risco de inundações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DESASTRES NATURAIS

2.1.1 O maior desastre natural já registrado no Brasil

> Ele e a mãe foram surpreendidos por uma tromba de água [...] decorrência da chuva torrencial. [...]. Pensou que iria morrer no momento em que foi carregado pelas águas por quatro quilômetros. Já perdia as forças quando o volume de água diminuiu [...] (GONÇALVES et al., 2018, p.89).

Nos dias 11 e 12 de janeiro de 2011, inundações e deslizamentos atingiram a Região Serrana do Rio de Janeiro no maior desastre natural registrado no Brasil (BANCO MUNDIAL, 2012; FREITAS et al., 2012; YOUNES-IBRAHIM; PINHEIRO; PARDO, 2019). Esta região é caracterizada por verões chuvosos, com média mensal entre 150 e 450 mm de precipitação (MARQUES; MATTOS; SILVEIRA, 2017). Um volume de chuvas de 40 mm acumulado em 24 horas já indica risco de inundações e deslizamentos em Nova Friburgo, por exemplo – uma das cidades da região (OLIVEIRA et al., 2016). Mas no desastre ocorrido em 2011, estações meteorológicas da Região Serrana registraram entre 182 e 241,8 mm de precipitação em apenas 24 horas, com picos entre 40 e 61,8 mm de chuva concentrados em uma única hora (DOURADO; ARRAES; SILVA, 2012). O volume de chuva alarmante associado a aspectos como relevo, solos, recursos hídricos, uso e cobertura do solo, e vegetação, resultaram na ocorrência de inundações e deslizamentos (PINTOI; FREITAS, 2012).

Sete cidades foram atingidas, afetando a infraestrutura pública e privada, como moradias, pontes e estradas, e estabelecimentos de saúde e educação; comprometendo os serviços de abastecimento de água, energia elétrica, e telefonia; e impactando a indústria, a agricultura, a pecuária, e o comércio (BANCO MUNDIAL, 2012; FREITAS et al., 2012; YOUNES-IBRAHIM; PINHEIRO; PARDO, 2019). Até hoje, os números da tragédia impressionam. Foram mais de 900 mortos, 600 desaparecidos, 16 mil desabrigados[4], 20 mil desalojados[5], e 1 milhão de afetados

---

[4] Desabrigado é a pessoa que perdeu a sua habitação em decorrência do desastre e que necessita de abrigo provido pelo Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (CASTRO, 2017).

[5] Desalojado é a pessoa que foi obrigada a abandonar temporária ou definitivamente sua habitação, em função de evacuações preventivas, destruição ou avaria grave, decorrentes do desastre (CASTRO, 2017).

diretamente (MMA, 2011; BANCO MUNDIAL, 2012; DOURADO; ARRAES; SILVA, 2012; FREITAS et al., 2012; SILVA, 2015) – entre eles, Marcos Vinicius Lopes Ferreira, que teve seu depoimento citado no início desta seção (GONÇALVES et al., 2018). As perdas e danos ocasionados pelo desastre geraram custos de 4,785 bilhões de reais (BANCO MUNDIAL, 2012).

O desastre, no entanto, foi uma tragédia anunciada (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro – CREA-RJ, 2011; FREITAS et al., 2012; GONÇALVES et al., 2018). Os perigos ocasionados pelo desmatamento e pela ocupação irregular em áreas de risco, como Áreas de Preservação Permanente (APPs) no leito de rios e em encostas, além da necessidade de ações públicas urgentes para minimizar esses problemas, já vinham sendo apontados por especialistas (CREA-RJ, 2011; GONÇALVES et al., 2018).

2.1.2 Conceitos e impactos dos desastres naturais

Desastres são perturbações graves no funcionamento de uma comunidade ou sociedade devido à ocorrência de eventos perigosos[6] que, ao interagirem com condições de exposição[7] e capacidade adaptativa[8], geram impactos[9] e perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais (UNDRR, 2020). O conceito de desastre é, então, de caráter antropocêntrico – para que haja o desastre, devem-se haver pessoas. Em áreas naturais não habitadas, fenômenos naturais e processos físicos, como chuvas fortes, inundações e deslizamentos, não são considerados desastres, pois pessoas, comunidades ou sociedades não são afetados (LONDE et al., 2014; UNDRR, 2020).

---

[6] Perigo é o processo, fenômeno ou atividade humana que pode causar perda de vida, prejuízo ou outros impactos à saúde, prejudicar propriedades, perturbações sociais e econômicas ou degradação ambiental (UNDRR, 2020).

[7] Exposição é a situação das pessoas, infraestruturas, habitações, capacidades de produção e outros ativos humanos tangíveis localizados em áreas propensas ao perigo (UNDRR, 2020).

[8] Capacidade adaptativa é a combinação das forças, atributos e recursos disponíveis para uma organização, comunidade ou sociedade, para que possa gerir e reduzir o risco de desastres e aumentar a resiliência. A capacidade adaptativa pode incluir infraestrutura, instituições, conhecimento e habilidade humanas, e atributos coletivos como relações sociais, liderança e gestão (UNDRR, 2020).

[9] Impacto é o efeito total de um desastre. O termo inclui impactos econômicos, sociais e ambientais, e podem considerar perdas de vidas humanas, doenças, prejuízos e outros efeitos negativos ao bem-estar físico, mental e social das pessoas (UNDRR, 2020).

Segundo a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) (Ministério da Integração Nacional – MI, 2016), desastres podem ser classificados em naturais ou tecnológicos. Os desastres tecnológicos referem-se àqueles relacionados a substâncias radioativas, produtos perigosos, incêndios urbanos, obras civis, e transportes de passageiros e cargas não perigosas. Entram aqui, por exemplo, os rompimentos das barragens das empresas mineradoras Samarco Mineração S.A. e Vale S.A., ocorridos em Mariana e Brumadinho, Minas Gerais, em 2015 e 2019, respectivamente.

Os desastres naturais, por sua vez, são subdivididos em geológicos, como terremotos, erupções vulcânicas, e movimentos de massa; hidrológicos, como inundações e alagamentos; meteorológicos, como ciclones, tempestades, e chuvas intensas; climatológicos, como secas e incêndios florestais; e biológicos, como epidemias, infestações e pragas. Então, o desastre ocorrido na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2011, por exemplo, é classificado como natural. E, embora assim classificados, desastres naturais podem ser influenciados e intensificados por variáveis antrópicas.

Nos últimos 100 anos, desastres naturais foram responsáveis pela morte de mais de 21 milhões de pessoas em todo o mundo, principalmente devido a secas e inundações (RITCHIE; ROSER, 2020; Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres – CRED, 2020). Neste ínterim, dois grandes eventos em número de mortos ocorreram, ambos na China: a Grande Inundação do Rio Amarelo, em 1931, que pode ter causado até 3,7 milhões de mortes, e o Terremoto de Tangshan, em 1976, com 243 mil mortes estimadas (COURTNEY, 2018; CHEN; XU, 2018). Outros desastres naturais emblemáticos foram o Tsunami no Oceano Índico, que atingiu cinco países em 2004 e causou cerca de 226 mil mortes; e o terremoto no Haiti em 2010, com aproximadamente 85 mil mortes (CHATENOUX; PEDUZZI, 2007; SCHWARTZ; PIERRE; CALPAS, 2011; CRED, 2020). Hoje, quase 60% das cidades do mundo estão altamente expostas a pelo menos um de seis desastres naturais: terremotos, erupções vulcânicas, deslizamentos, inundações, ciclones e secas (WEF, 2022).

Em relação às perdas e danos causados pelos desastres naturais, entre 1990 e 2017, por exemplo, os custos variaram entre 0,13 e 0,60% do Produto Interno Bruto (PIB) de todos os países do mundo anualmente, chegando a mais de 485 bilhões de dólares em um único ano (PIELKE, 2019). A título de comparação, esse valor equivale a quase 35% do PIB do Brasil em 2020 (BANCO MUNDIAL, 2020).

De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2013), entre 1991 e 2012, 38.996 desastres naturais foram registrados no Brasil, que causaram 3.448 mortes e 6.931 desaparecimentos, a maioria devido a enxurradas e inundações. No total, mais de 127 milhões de pessoas foram afetadas por desastres naturais nesse período no país, principalmente por casos de seca, seguidos também por enxurradas e inundações. O ano com o maior número de mortes por desastres naturais foi 2011, devido ao já citado desastre da Região Serrana do Rio de Janeiro. E dos 50 municípios com maior número de ocorrência de desastres naturais no país, todos estão na Mata Atlântica.

A vulnerabilidade[10] a desastres naturais é maior entre as pessoas, comunidades e sociedades mais pobres ou com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mais baixos (UNDRR, 2015; RITCHIE; ROSER, 2020; UNDRR, 2020). Dados históricos mostram que a elaboração de previsões da ocorrência de desastres, a preparação para emergências, a criação e manutenção de sistemas de resposta e, em especial, o aumento da resiliência[11], reduzem significativamente o risco[12] dos desastres naturais (RITCHIE; ROSER, 2020; UNDRR, 2020).

2.2 INUNDAÇÕES: OS DESASTRES NATURAIS MAIS FREQUENTES

Segundo a COBRADE e o Glossário de Proteção e Defesa Civil (MI, 2016; CASTRO, 2017), inundação, enchente e cheia são termos sinônimos[13]. Esses termos representam a elevação do nível de água de um rio ou outro corpo d'água acima da sua vazão normal, e o transbordamento dessa água para áreas não habitualmente submersas. Enxurrada, por sua vez, é um termo que exprime quando a elevação da

---

[10] Vulnerabilidade é a condição determinada por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de um indivíduo, comunidade, ativos ou sistemas aos impactos do perigo (UNDRR, 2020).

[11] Resiliência é a habilidade de um sistema, comunidade ou sociedade expostos a perigos em resistir, absorver, acomodar, adaptação, transformar e se recuperar dos efeitos do perigo de maneira temporal e efetiva, inclusive através da preservação e restauração de estruturas e funções essenciais básicas por meio da gestão do risco (UNDRR, 2020).

[12] Risco é o potencial de perda (seja de vidas humanas, ocorrência de doenças, prejuízos ou ativos destruídos ou prejudicados) que podem ocorrer em um sistema, sociedade ou comunidade em um período específico de tempo, determinado probabilisticamente em função do perigo, exposição, vulnerabilidade e capacidade, sendo que que desastres são resultado de condições de risco continuamente presentes (UNDRR, 2020).

[13] Diferentemente do termo alagamento, que é a água acumulada em ruas, calçadas e outras infraestruturas urbanas, ocasionadas por fortes precipitações pluviométricas em cidades com sistemas de drenagem deficientes (BRASIL, 2016; CASTRO, 2017).

água e o transbordamento ocorrem de forma brusca, com alta velocidade e energia, apresentando grande poder destrutivo. A elevação da água e o transbordamento geralmente são provocados por chuvas intensas e concentradas, e potencializados pela impermeabilização do solo, além de outras variáveis.

Apesar das lacunas encontradas nos registros oficiais, é possível apontar que inundações foram responsáveis por pelo menos 6,85 milhões de mortes nos últimos 100 anos em todo o mundo (CRED, 2020; RITCHIE; ROSER, 2020). A maior inundação da história já foi citada anteriormente como o maior desastre natural do mundo: a Grande Inundação do Rio Amarelo, em 1931 na China, quando a água chegou a 16 metros de altura, causando 3,7 milhões de mortes e 60 milhões de pessoas afetadas (JHA et al., 2012; COURTNEY, 2018). Os outros anos mais fatais provavelmente foram 1939 e 1959, quando diversos países foram acometidos por inundações, como África do Sul, Austrália, China, Estados Unidos, Inglaterra, Itália, Taiwan, Uruguai e Brasil, causando 500 mil e 2 milhões de mortes, respectivamente (CRED, 2020; RITCHIE; ROSER, 2020).

Com o decorrer dos anos, entretanto, a perda de vidas humanas tem diminuído, chegando à média aproximada de 5.200 mortes por ano, quando considerados os anos de 2001 a 2018 (JHA et al., UNDRR, 2016; CRED, 2020; RITCHIE; ROSER, 2020). Mas, embora essa redução seja positiva, as fatalidades ainda são significativas, principalmente entre os mais pobres e particularmente entre mulheres e crianças (JHA et al., 2012; UNDRR, 2015; UNDRR, 2020). Além disso, ainda que o número de mortes venha diminuindo com o tempo, hoje as inundações são os desastres naturais mais frequentes e que mais atingem pessoas no planeta (WEF, 2022), representando 47% de todas as ocorrências e 56% do número total de afetados, sendo que o número de eventos registrados aumentou mais de 50% nos últimos 10 anos (JHA et al., 2012; UNDRR, 2016; UNESCO; UN-WATER, 2020).

Aumentos nos números de ocorrências de inundação e de pessoas por elas afetadas se devem possivelmente ao crescimento da população e da área ocupada por cidades, local onde mais ocorrem inundações, e a eventos potencializados pela mudança do clima (SCHIERMEIER, 2011; TAUBENBOCK et al., 2011; JHA et al., 2012; UNDRR, 2016; RITCHIE; ROSER, 2020). O número de pessoas em risco de inundações é projetado para crescer dos 1,2 bilhões de pessoas atuais para cerca de 1,6 bilhões em 2050, quase 20% da população global (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, 2012).

Perdas econômicas relacionadas a água também cresceram significativamente nas últimas décadas (UNESCO; UN-WATER, 2020), alcançando 46 bilhões de dólares em 2019, valor que deve dobrar até 2030 (WEF, 2022). O valor econômico esperado dos ativos em risco é de aproximadamente 45 trilhões de dólares até 2050, um aumento acima de 340% se comparado a valores de 2010 (OCDE, 2012).

Nas duas primeiras décadas do século XXI, 2.902 eventos de inundação foram registrados, causando 93.482 mortes, 1,5 bilhões de afetados, e 495,5 bilhões de dólares em prejuízos (UNESCO; UN-WATER, 2020). No mundo todo, as inundações tiveram maior frequência em 2006, com 226 casos, e causaram maiores prejuízos em 2011, custando 70,8 bilhões de dólares (CRED, 2020).

Exemplos recentes incluem inundações na China nas temporadas de chuva de 2020 e de 2021, e na Alemanha e parte da Bélgica, assim como na Índia, em 2021. Pior inundação no país desde 1998, quando aproximadamente 4 mil pessoas morreram, 180 milhões foram afetadas e perdas econômicas diretas alcançaram 24 bilhões de dólares, a China teve 443 rios inundados em 2020, com pico de 168 mm de chuva precipitados em uma única hora na cidade de Guangzhou, ocasionando 219 mortes, 63,46 milhões de pessoas afetadas e 32 bilhões de dólares em perdas, em várias regiões do país (FLOODLIST, 2021). Apenas em julho de 2021, 124 inundações foram registradas em mais de 20 países, com 920 vidas perdidas, inclusive na China, principalmente na província de Henan, onde chegou a precipitar 202 mm de chuva em uma só hora, causando 99 mortes e mais de 13 milhões de pessoas afetadas (FLOODLIST, 2021). Nesse mesmo mês, 219 pessoas morreram na Alemanha e na Bélgica devido a inundações, mesmo com um sistema de alerta de chuva extrema acionado quatro dias antes do ocorrido (CORNWALL, 2021), e 192 vidas foram perdidas na Índia devido a inundações e deslizamentos (FLOODLIST, 2021).

Somente na América do Sul, as últimas duas décadas tiveram 270 ocorrências de inundações, 6.393 mortes, 28,3 milhões de afetados, e 20,8 bilhões de dólares em prejuízos (UNESCO; UN-WATER, 2020). O aumento no número de ocorrências e de afetados observado mundialmente, também é observado para o continente. Entre 1995 e 2004, em média 560 mil pessoas foram afetadas por inundações anualmente, enquanto esse número chegou a uma média de 2,2 milhões de pessoas por ano entre 2005 e 2014, valor quatro vezes maior (UNDRR, 2016). Essa mesma tendência já

vem sendo percebida pós-2015 (UNDRR, 2016; CRED, 2020; RITCHIE; ROSER, 2020; UNESCO; UN-WATER, 2020; FLOODLIST, 2021).

As inundações também são um tipo de desastre bem conhecido pelos brasileiros, uma vez que o país está entre os mais afetados por inundações no mundo (LONDE et al., 2014; RASCH, 2016; CRED, 2020; FLOODLIST, 2021). Segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, entre 1991 e 2012, o Brasil teve 4.691 registros de inundações e 8.041 de enxurradas, totalizando 12.732 casos, com 2.194 mortes, 666 desaparecimentos, e 36 milhões de pessoas afetadas (UFSC, 2013). A tendência de aumento no número de casos de inundação observada mundialmente e na América do Sul também aparece aqui. Em média, entre os anos de 1991 e 2001, ocorreram 86 inundações e 227 enxurradas por ano, enquanto entre os anos de 2002 e 2012, foram 338 inundações e 504 enxurradas por ano, um crescimento de 239% e 122%, respectivamente (UFSC, 2013).

Embora não se trate do mesmo período (o primeiro de 2001 a 2018, e o segundo de 1991 a 2012), existem discrepâncias entre os dados citados anteriormente para o mundo e para a América do Sul, apresentados no Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (UNESCO; UN-WATER, 2020), e os dados para o Brasil apresentados no Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC, 2013). O número de casos de inundação registrado para o Brasil em 22 anos (12.732, 578,73 casos ao ano) é muito superior ao registrado para a América do Sul e até para o mundo todo em 18 anos (270 e 2.902, 15 e 161,22 casos ao ano, respectivamente) (UFSC; 2013; UNESCO; UN-WATER, 2020). Isso mesmo com a histórica fragilidade de registro de casos pelo Sistema de Defesa Civil brasileiro (UFSC, 2013). Soma-se ainda a tendência de aumento no número de casos no decorrer do tempo indicados pela literatura específica, sendo que os dados brasileiros são de um período anterior aos registrados para a América do Sul e para o mundo. Essa discrepância pode indicar uma relevante subnotificação nos casos mundiais de inundação apresentados no Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. É provável que os dados nacionais sejam mais detalhados e, por isso, mais próximos da dimensão do problema das inundações no Brasil.

Além do caso da Região Serrana do Rio de Janeiro, o país teve outros casos notáveis de inundações, como a de Santa Catarina em 2008, que causou 135 mortes e impactou mais de 1,5 milhões de pessoas (SANTA CATARINA, 2009). Entre os

casos mais recentes, estão as inundações que ocorreram nos quatro estados da Região Sudeste em 2020, que causaram 92 mortes, 46 desaparecimentos, e prejuízos de cerca de 203 milhões de reais; e no sul da Bahia, que vivenciou sua pior inundação em 35 anos em dezembro de 2021, quando pelo menos 20 pessoas morreram, 63.000 ficaram desabrigadas, 470.000 foram afetadas, rodovias foram completamente interditadas, e pelo menos 15 comunidades permaneceram isoladas por mais de uma semana (FLOODLIST, 2021; NUNES, 2021). Onze anos após ser atingida pelo maior desastre natural do Brasil, Petrópolis, cidade da Região Serrana do Rio de Janeiro, foi atingida por chuvas de 260 mm em 24 horas no dia 15 de fevereiro de 2022, valor superior à média para o mês na cidade (200 mm), e depois pela maior chuva já registrada no país, de 534,4 mm em 24 horas no dia 20 de março de 2022, desencadeando deslizamentos e inundações que causaram pelo menos 238 mortes (FLOODLIST, 2022).

2.3 VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM A OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES

Conhecer o ciclo hidrológico (FIGURA 1) e o destino da água da chuva é complexo, porém essencial para entender a dinâmica da vazão de uma bacia (HONDA; DURIGAN, 2017). Segundo Beven e Kirby (1979), Tucci e Clarke (1997), Feitosa et al. (2008), Jha et al. (2012) e Miguez, Veról e Rezende (2016), a água presente no solo, em corpos d'água, como rios, lagos e mares, e na vegetação é aquecida pelo Sol e transferida para a atmosfera em forma de vapor de água por meio do processo de evapotranspiração. A condensação do vapor de água na atmosfera gera nuvens, que precipitam a água de volta à superfície terrestre. A precipitação pode ocorrer diretamente sobre corpos d'água, infiltrar no solo ou escoar sobre ele, dependendo do tipo de uso e cobertura do solo e da sua capacidade de infiltração. A água infiltrada pode dirigir-se até um lençol freático ou um aquífero, ou ainda gerar um escoamento subsuperficial, chegando novamente até a superfície ou até corpos d'água. Além disso, parte da água armazenada no solo é transportada até os rios. Quando a intensidade da chuva e a quantidade de água precipitada sobre os rios e transportada até eles por meio de escoamentos superficial e subsuperficial ultrapassa a sua capacidade de infiltração e armazenamento, o excesso de água transborda do leito do rio para áreas adjacentes, causando a inundação.

FIGURA 1 – CICLO HIDROLÓGICO



FONTE: ÁGUA, SUA LINDA (2019).

Inundações são resultado de uma complexa combinação entre elementos meteorológicos e climáticos, como precipitações intensas e concentradas; topográficos, como altitude e declividade; pedológicos, como tipo de solo; hidrográficos, como rede de drenagem; antropocêntricos, como uso e cobertura do solo e urbanização; e ecossistêmicos, como cobertura vegetal e qualidade dos remanescentes de vegetação (JHA et al., 2012; TUCCI, 2012; OUMA; TATEISHI, 2014; GIGOVIC et al., 2017; HONDA; DURIGAN, 2017; SANTOS et al., 2018; Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – UNEP, 2020; UNESCO; UN-WATER, 2020).

2.3.1 Variáveis meteorológicas e climáticas

Tempo é o estado que a atmosfera se encontra quanto à temperatura, chuvas, ventos etc. em um momento específico; e clima é o tempo médio em um longo período, padronizado em pelo menos 30 anos (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC, 2014; Organização Mundial de Meteorologia – OMM, 2021). Conhecer variáveis de tempo e clima é, portanto, indispensável ao estudo de inundações. Inundações refletem a intensidade e concentração das precipitações em uma bacia hidrográfica (CASTRO, 2017). Por isso, há previsões de que elas aumentem devido à mudança do clima (DAWOD et al., 2011; JONKMAN; DAWSON, 2012; THAI et al., 2017; VAN THANH et al., 2017; HENS et al., 2018).

De acordo com Collins et al. (2013), em seu capítulo de contribuição ao 5º Relatório de Avaliação (AR5) do IPCC, mudanças vêm sendo observadas e são previstas no futuro para a precipitação total global, precipitações médias, e extremos de precipitação. A precipitação total global, por exemplo, pode ter aumentos superiores a 0,15 mm por dia (aproximadamente 5% da precipitação global) até 2100[14]. Além disso, o padrão de precipitações vem passando por mudanças profundas, com maiores variações espaciais e temporais, gerando um contraste mais forte entre regiões e estações secas e úmidas. Chuvas e tempestades severas vem se tornando cada vez mais frequentes e intensas. Todas essas mudanças são causadas, entre outros fatores, pelo aumento da temperatura média da Terra, que por sua vez provoca aumentos de precipitação e evapotranspiração. Algumas regiões do mundo já apresentam um ciclo da água mais intenso, com maiores transportes de água e movimento mais rápido da água para dentro e para fora dos reservatórios de armazenamento.

O 6º Relatório de Avaliação (AR6) do IPCC, publicado em 2021, reafirmou as projeções de aumento da temperatura média no planeta, inclusive em ritmo mais acelerado para a América do Sul do que a média global. Para as regiões Centro-

---

[14] Considerando os modelos do *Coupled Model Intercomparison Project Phase* 5 (CMIP5) e o *Representative Concentration Pathway* (RCP) 8.5. O CMIP5 é um conjunto de 35 modelos climáticos endossado pelo Programa Mundial de Pesquisa Climática (WCRP) e pelo IPCC. RCP são cenários de níveis de emissão de gases do efeito estufa. Existem quatro RCP, que representam o ápice das emissões anuais de gases do efeito estufa entre 2010-2020 (RCP 2.6); em torno de 2040 (RCP 4.5); cerca de 2080 (RCP 6); ou continuam a subir até 2100 (RCP 8.5) (IPCC, 2014).

Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, o relatório destaca o aumento observado nas precipitações médias e extremas desde 1960. Esse aumento, principalmente quanto a intensidade e frequência dos extremos de precipitação, deve continuar até 2100. No Nordeste do país, o aumento nos extremos de precipitação também é previsto, porém aqui combinado a diminuição da precipitação média, o que deve expandir a duração dos períodos de seca (ARIAS et al., 2021).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolveu um modelo climático regional para detalhar quatro modelos climáticos globais sob dois cenários de emissão para a escala brasileira[15] (CHOU et al., 2014; INPE, 2020). Devido à complexidade e às incertezas inerentes às projeções do clima, é importante considerar diferentes modelos climáticos e cenários de emissões. Apesar das diferenças entre os modelos, a tendência de aumento de temperatura e de mudança nos padrões de chuva é clara. Eles indicam aumento da temperatura média para todo o país em todas as estações do ano, com concentração dos períodos de chuva (MMA, 2016a; INPE, 2020). Além das projeções climáticas futuras, dados observacionais já demonstram as mudanças presentes nos padrões de precipitação no Brasil. Em estudo específico para a Região Metropolitana de São Paulo, Marengo et al. (2020) observaram um aumento significativo no volume total de precipitação e em eventos extremos de chuva nos últimos 70 anos.

Buscando responder a esses problemas, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) foi criada durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992 e conhecida como Eco-92 ou Rio-92 – junto às suas convenções irmãs sobre Diversidade Biológica (CBD) e para o Combate à Desertificação e Mitigação dos efeitos da seca (UNCCD) (MMA, 2020a). A UNFCCC reúne 197 países com a missão de estabilizar a concentração de gases do efeito estufa na atmosfera em níveis que evitem a interferência perigosa com o sistema climático. Sua conferência das partes (COP) é realizada anualmente. Foram destaque a COP 3, em Kyoto, Japão, em 1997, quando foi criado o Protocolo de Kyoto, que estabeleceu metas de redução de emissões de gases até 2020; e a COP 21, em Paris, França, em

---

[15] Modelos Eta-HadGEM2-ES, Eta-MIROC5, Eta-CANE SM2, e Eta-BESM, sob os cenários de emissão RCP 4.5 e 8.5, em uma resolução espacial de 5 a 20 km, dependendo da região, compostas por quatro períodos: 1961-2005 (histórico), 2006-2040 (próximo), 2041-2070 (médio), e 2071-2100 (distante) (CHOU et al., 2014; INPE, 2020).

2015, quando foi estabelecido o Acordo de Paris, com metas para a redução de emissões de gases a partir de 2020, visando conter o aquecimento global médio abaixo de 2 ºC (UNFCCC, 2020).

Ao se estudar a vulnerabilidade a inundações de uma bacia hidrográfica, é possível considerar a precipitação através do cálculo do Índice de Concentração, que avalia a variação da precipitação diária em uma área de interesse e permite conhecer os padrões espaciais de concentração pluviométrica em um território (MARTIN-VIDE, 2004). As porções da bacia com maior Índice de Concentração são, então, as mais suscetíveis à ocorrência de inundações.

Como visto anteriormente para desastres naturais, as pessoas e regiões mais pobres também são as mais vulneráveis aos impactos da mudança do clima (FISHER et al., 2014; MAGRIN et al., 2014). Além disso, a mudança nos padrões de chuva sozinha pode levar 12 milhões de pessoas à pobreza, e a mudança do clima no geral pode aumentar a má-nutrição global para 25% até 2080 (UN-WATER, 2013). Isso faz com que ainda mais pessoas se tornem mais vulneráveis aos seus impactos. Ademais, a mudança do clima é uma ameaça que multiplica os vetores de degradação ambiental, e seus maiores impactos provavelmente vêm da interação com esses vetores (BARGER et al., 2018).

As áreas urbanas são particularmente vulneráveis à mudança do clima, principalmente devido a combinação de características artificiais, ocupação humana, e múltiplas funções, o que leva a desafios para conciliar e integrar seus aspectos econômicos, sociais e ambientais (GÓMEZ-BAGGETHUN; BARTON, 2013; GENELETTI; ZARDO, 2016). Assim, adaptar as cidades à mudança do clima é fundamental (ROSENZWEIG et al., 2010), principalmente considerando medidas ecossistêmicas, já que elas trazem múltiplos benefícios associados.

2.3.2 Variáveis topográficas

Topografia[16] é a forma e as dimensões verticais e horizontais de uma área de superfície específica, considerada sinônimo de relevo e geralmente expressa em

---

[16] Topografia também pode ser entendida como toda a configuração da superfície terrestre, incluindo características do relevo (hipsografia), dos corpos de água (hidrografia), da vegetação, e culturais ou humanos (DMA, 1973). Nesta pesquisa, entretanto, optou-se por não considerar o termo topografia de maneira tão abrangente.

termos de altitude e declividade (Pesquisa Geodésica Nacional dos Estados Unidos – NGS, 1986; Sociedade Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto – ASPRS et al., 1994; ONU, 1997). Características topográficas sofrem e exercem influências sobre outros componentes, como a temperatura, a precipitação, e a rede de drenagem; e são determinantes aos tipos de solo, uso e cobertura do solo, e vegetação, e assim à ocorrência de inundações (DÍEZ-HERRERO et al., 2009; YOUSSEF et al., 2011; TEHRANY et al., 2015; GIGOVIC et al., 2017). Por isso, é fundamental considerar a topografia ao se avaliar a vulnerabilidade a inundações, principalmente devido a sua relação com o escoamento da água (TEHRANY et al., 2013; FICHER et al., 2019).

A altitude é uma variável chave ao se avaliar inundações por controlar a direção da água transbordada e a profundidade do nível da água (STIEGLITZ et al., 1997; TANG et al., 2018). Como a água flui pela força da gravidade, do alto para o baixo, altitudes maiores são menos propensas a inundação, enquanto altitudes menores tendem a receber e manter a água e, por isso, são mais suscetíveis (STIEGLITZ et al., 1997; MEYBECK et al., 2001; TEHRANY et al., 2013; KAZAKIS et al., 2015; GIGOVIC et al., 2017; TANG et al., 2018; JATI et al., 2019).

A declividade, por sua vez, tem grande influência em determinar o grau e duração do fluxo de água, por isso é também um importante indicador de áreas propensas a inundações (YOUSSEF et al., 2011; OUMA; TATEISHI, 2014; TEHRANY et al., 2015). Em superfícies planas, a água se move mais devagar e tende a se acumular, então essas áreas são mais vulneráveis a inundações do que superfícies mais íngremes (YOUSSEF et al., 2011; KAZAKIS et al., 2015; GIGOVIC et al., 2017; KANANI-SADAT et al., 2019). Áreas com declives altos não permitem que a água se acumule e resulte em inundações (OUMA; TATEISHI, 2014).

No Brasil, o relevo é dividido em 5 classes, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018), apresentados no QUADRO 1.

QUADRO 1 – CLASSES DE RELEVO DO BRASIL

Classe de relevo	Declividade	Características
Plano	< 3%	Superfície de topografia esbatida ou horizontal; desnivelamentos muito pequenos

Continua...

Classe de relevo	Declividade	Características
Suave ondulado	3 - 8%	Superfície de topografia pouco movimentada; conjunto de colinas (até 50 m) e/ou outeiros (de 50 m a 100 m); declives suaves
Ondulado	8 - 20%	Superfície de topografia pouco movimentada; conjunto de colinas e/ou outeiros; declives moderados
Forte ondulado	20 - 45%	Superfície de topografia movimentada; outeiros e/ou morros (de 100 m a 200 m) e raramente colinas; declives fortes
Montanhoso	45 - 75%	Superfície de topografia vigorosa; formas acidentadas; morros, montanhas, maciços e alinhamentos montanhosos; desnivelamentos grandes; declives fortes e muito fortes
Escarpado	> 75%	Superfícies abruptas muito íngremes e escarpamentos; aparados, itaimbés, frentes de cuestas, e falésias; declives muito fortes

FONTE: A autora (2022), adaptado de SANTOS et al. (2018).

Outros fatores topográficos, além da altitude e da declividade, também são usados em estudos sobre a ocorrência de inundações em bacias hidrográficas, como o índice topográfico de umidade (*Topographic Wetness Index* – TWI), que representa a acumulação de água na bacia e é relacionado à umidade do solo (GOKCEOGLU et al., 2005; TEHRANY et al., 2013; TEHRANY et al., 2015; CHOPI et al., 2017; KHOSRAVI et al., 2018; RADULA et al., 2018; SHAFIZADEH-MOGHADAM et al., 2018; TANG et al., 2018; KHOSRAVI et al., 2019). O TWI é capaz de indicar onde ocorrem inundações mesmo quando usado em áreas urbanas fortemente modificadas (KELLEHER; MCPHILLIPS, 2017).

2.3.3 Variáveis pedológicas

Pedologia é o estudo dos solos em seu ambiente natural, sendo relevante em diversos contextos, entre eles para a conservação da natureza e para o planejamento do uso e cobertura do solo (BREVIK et al., 2020). Solos unem-se à topografia entre os fatores mais relevantes à infiltração da água, ao escoamento superficial, e consequentemente à ocorrência de inundações (KHOSRAVI et al., 2019). As relações com outros componentes da paisagem, como os topográficos, e as diferentes composições, propriedades, profundidades e permeabilidades pedológicas influenciam o caminho da água, de forma que quanto menor a capacidade de

infiltração do solo, maior o escoamento e, assim, maior o risco de inundação (KALANTARI et al., 2014; OEMA; TATEISHI, 2014).

No Brasil, os solos são classificados em 13 tipos, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018), apresentados no QUADRO 2. As capacidades de infiltração dos tipos de solo do Brasil podem ser visualizadas na FIGURA 2.

QUADRO 2 – TIPOS DE SOLO DO BRASIL

Tipos de solo	Infiltração	Características
Gleissolos	1 – 2	Solos hidromórficos; permanente ou periodicamente saturados; próximos a cursos de água; em relevo plano, terraços aluviais e planícies e várzeas inundáveis
Organossolos	1 – 2	Solos hidromórficos; periodicamente saturados; em áreas baixas ou em regiões de altitudes elevadas e clima úmido, frio e de vegetação alto-montana
Planossolos	2 – 3	Solos hidromórficos se em clima úmido; permeabilidade lenta ou muito lenta; lençol freático suspenso; em relevo plano a suave ondulado, depressões, baixadas e terço inferior de encostas
Plintossolos	2 – 3	Excesso de água; permeabilidade lenta; lençol freático suspenso; em relevo plano a suave ondulado, e menos frequentes ondulado
Espodossolos	2 – 4	Excesso de água; permeabilidade lenta; lençol freático suspenso; em relevo plano a suave ondulado, e menos frequentes ondulado a forte ondulado
Vertissolos	2 – 4	Permeabilidade lenta, mas com alta capacidade de absorção; em relevo plano a suave ondulado, e menos frequentes em encostas e topos de morro
Neossolos	3 – 4	Solos pouco profundos; em relevos ondulados a montanhosos; menos frequentes em áreas planas próximos a corpos de água
Luvissolos	3 – 5	Solos pouco profundos; em relevo ondulado a forte ondulado; em áreas de clima seco, com déficit hídrico, em temperaturas altas ou baixas
Chernossolos	3 – 5	Solos pouco profundos a profundos; boa permeabilidade
Cambissolos	3 – 6	Solos pouco profundos a profundos; permeabilidade lenta; em relevo ondulado a montanhoso, e menos frequentes plano
Argissolos	3 – 6	Boa permeabilidade; em relevo ondulado a montanhoso; menos frequente com permeabilidade lenta e lençol freático suspenso
Latossolos	4 – 6	Solos muito profundos; boa permeabilidade; em relevo plano a suave ondulado, e menos frequentes ondulado a montanhoso

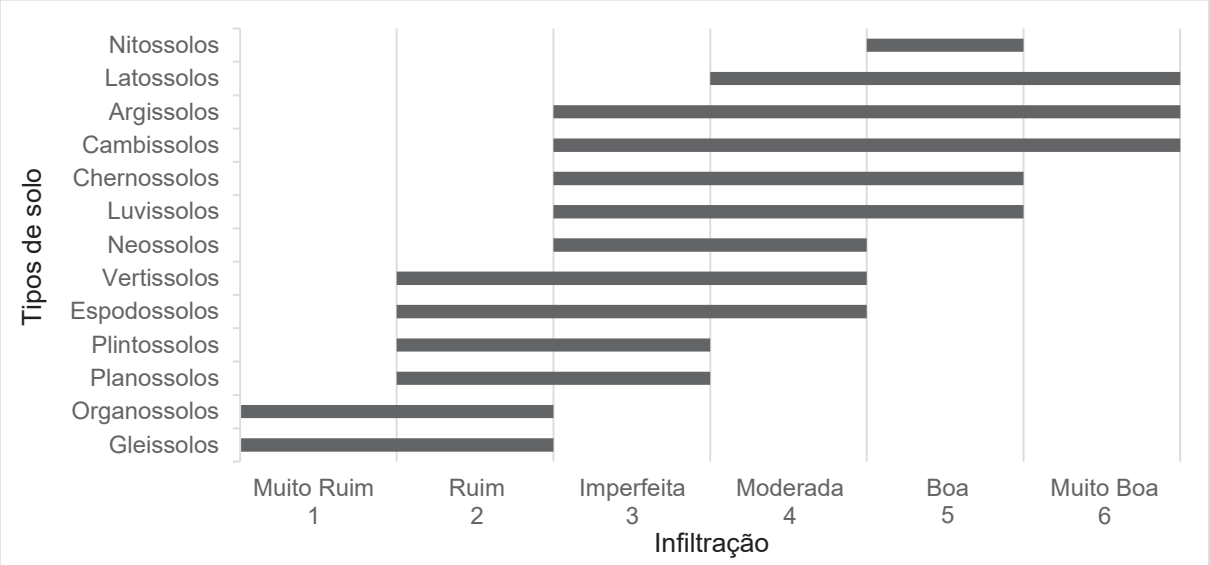
Continua...

Tipos de solo	Infiltração	Características
Nitossolos	5	Solos profundos; em relevo suave ondulado a forte ondulado

FONTE: A autora (2022), adaptado de SANTOS et al. (2018).

LEGENDA: 1 – infiltração muito ruim; 2 – ruim; 3 – imperfeita; 4 – moderada; 5 – boa; 6 – muito boa.

FIGURA 2 – INFILTRAÇÃO DOS TIPOS DE SOLO DO BRASIL



FONTE: A autora (2022), adaptado de SANTOS et al. (2018).

2.3.4 Variáveis hidrográficas

Hidrografia[17] é o estudo das características físicas das águas superficiais da Terra, o que inclui lagos e rios, considerando inclusive as mudanças nos níveis de água em curto ou longo prazo (Agência de Mapeamento da Defesa dos Estados Unidos – DMA, 1973; NGS, 1986; ASPRS et al., 1994; SCHILLER et al., 2012).

A relação da hidrografia com a ocorrência de inundação é direta, uma vez que a inundação ocorre quando os corpos d'água excedem sua capacidade (SANE; HUOKUNA, 2008). A inundação emana do transbordo dos leitos dos rios e se expande nos seus arredores (KAZAKIS et al., 2015; GIGOVIC et al., 2017). Por isso, quanto mais perto dos corpos d'água, maior a vulnerabilidade a inundações (TEHRANY et al.,

[17] Hidrografia se distingue da hidrologia por considerar apenas águas superficiais, excluindo-se as águas subterrâneas (NGS, 1986; ASPRS et al., 1994).

2013; GIGOVIC et al., 2017; VOJTEK; VOJTEKOVÁ, 2019). A distância dos corpos d'água pode ser calculada sobrepondo-se buffers no entorno da rede de drenagem (KAZAKIS et al., 2015). Adicionalmente, atributos hidrográficos influenciam a sensibilidade a inundações, como área e forma da bacia hidrográfica, extensão dos rios e densidade de drenagem, além da rugosidade dos materiais (naturais ou artificiais) que compõe o corpo hídrico (OLIVEIRA, 2017; SUKRISTIYANTI et al., 2018).

Os rios urbanos, em sua maioria, não têm sua hidrografia natural preservada devido às intervenções praticadas inclusive buscando o controle de inundações. Paisagem típica das cidades brasileiras, diversos rios foram retificados, impermeabilizados, canalizados, e enterrados durante todo o século XX no país (ALMEIDA; CARVALHO, 2010; BARBOSA et al., 2020; SILVA; PORTO, 2021). Mas tão cedo quanto a década de 70, medidas para a infiltração e o armazenamento da água nas bacias hidrográficas começaram a surgir como alternativas aos métodos convencionais que modificam e perturbam os rios, quando a canalização começou a ser considerada uma medida ineficiente (ANDOH; IWUGO, 2002; MIGUEZ et al., 2015; FONSECA, 2020). Em revisão de literatura sobre os impactos das intervenções nos rios urbanos, Schoof (1980) já recolhia evidências sobre o aumento de inundações rio-abaixo causado pelas canalizações. O autor indica outros métodos mais apropriados ao controle de inundações, como a construção de lagos de contenção, e afirma que a vegetação ripária[18] deve ser conservada por se tratar de um reservatório natural da água transbordada.

Além de aumentar a ocorrência de inundações à jusante, rios modificados também podem inundar no próprio trecho em que estão canalizados, embora seja um fenômeno infrequente. Um exemplo é o ocorrido em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 2020. Jatos de água explodiram por bueiros do canteiro central da Avenida Andradas, onde está enterrado o Rio Arrudas, alcançando cinco metros de altura e inundando a avenida (FONSECA, 2020).

---

[18] Vegetação ripária é a vegetação localizada ao longo de rios e outros corpos d'água, influenciando e sendo influenciada por essa proximidade, conectando ecossistemas fluviais e terrestres (DUFOUR et al., 2019; RIIS et al., 2020).

2.3.5 Variáveis de degradação ambiental, uso e cobertura do solo, e urbanização

Degradação ambiental é qualquer alteração adversa das características do meio ambiente que reduza sua capacidade de gerar ou manter a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (BRASIL, 1981; FAO; UNEP, 2020; UNDRR, 2020). Causada pela mudança do clima, desmatamento e exploração dos recursos naturais, mudança e intensificação no uso e cobertura do solo[19], e urbanização, a degradação ambiental aumenta a vulnerabilidade das pessoas a desastres naturais (RENAUD et al., 2016; HONDA; DURIGAN, 2017; LANGE et al., 2018).

Florestas ocupam 4,06 bilhões de hectares em todo o mundo, o equivalente a cerca de 31% da área terrestre do planeta, mas 65% dessas florestas se encontram hoje em algum estágio de degradação ambiental (UNESCO; UN-WATER, 2018; FAO; UNEP, 2020). Além disso, desde 1990, cerca de 420 milhões de hectares foram desmatados em todo o mundo, principalmente para criação de gado e plantio de soja (FAO; UNEP, 2020). O Brasil tem 560 milhões de hectares de vegetação nativa (66% do seu território), sendo aproximadamente 508 milhões de hectares de florestas (MAPBIOMAS, 2020). Segundo país com mais florestas, atrás apenas da Rússia, o Brasil é o maior desmatador do planeta, perdendo 93 milhões de hectares nos últimos 35 anos (FAO; UNEP, 2020; MAPBIOMAS, 2020). A Mata Atlântica é o bioma mais degradado do país, coberto por apenas 28% de vegetação nativa (31 milhões de hectares), sendo cerca de 28 milhões de hectares de floresta (MAPBIOMAS, 2020). A maioria das APPs da Mata Atlântica estão degradadas ou desmatadas (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável – FBDS, 2020).

A conversão da floresta para outros usos e coberturas do solo afeta fortemente a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (PEREIRA et al., 2010; HADDAD et al., 2015; FAO; UNEP, 2020) e está entre os principais fatores da ocorrência de inundações, por influenciar a interceptação da água da chuva, a evapotranspiração, a infiltração e o armazenamento de água no solo, o escoamento superficial, e a vazão da água (Avaliação Ecossistêmica do Milênio – MEA, 2005; COE

---

[19] Cobertura do solo refere-se aos atributos físicos e biológicos da superfície terrestre, como a vegetação; enquanto entende-se por uso do solo as atividades econômicas ou ocupações sociais de um determinado local, como as cidades (FAO, 1976; ONU et al., 2014; HASCIC; MACKIE, 2018).

et al., 2011; OUMA; TATEISHI, 2014; KAZAKIS et al., 2015; GIGOVIC et al., 2017; RIZEEI et al., 2018; SZWAGRZYK et al., 2018; UNESCO; UN-WATER, 2018).

Impactos da mudança de uso e cobertura do solo no balanço hídrico são observados em diversas escalas – global, regional e local (UNESCO; UN-WATER, 2018), como estudado na porção superior da bacia do Rio Mississippi, nos Estados Unidos (SCHILLING; LIBRA, 2003; ZHANG; SCHILLING, 2006), e nas partes centrais da bacia do Rio Amarelo, na China (ZHANG et al., 2015), por exemplo. Além disso, a mudança no uso e cobertura do solo afeta até mesmo os padrões de precipitação, devido à perda do papel da vegetação como produtora de água e sua influência na circulação atmosférica, o que impacta todo o ciclo hidrológico (UNESCO; UN-WATER, 2018).

A mudança no uso e cobertura do solo afeta negativamente pelo menos 3,2 bilhões de pessoas e custa mais de 10% do PIB global anual devido à perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos (Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos – IPBES, 2018). Embora a mudança do clima e a agropecuária sejam os principais fatores de degradação ambiental, a urbanização também é, em áreas específicas, um importante vetor que precisa ser considerado (IPBES, 2018).

Cidades são intrinsicamente vulneráveis a inundações por causa do seu uso e cobertura do solo e de seus rios urbanos gravemente transformados, com profundas mudanças em suas funções ecossistêmicas (GIGOVIC et al., 2017; GUIDA-JOHNSON et al., 2017). O ciclo da água em áreas urbanizadas é impactado principalmente por causa da perda de cobertura vegetal e da impermeabilização, que aumenta a precipitação sobre as cidades, restringe a infiltração da água no solo e favorece o escoamento superficial (MEA, 2005; LONDE et al., 2014; OUMA; TATEISHI, 2014; THOMAZ et al., 2014; SOWMYA et al., 2015; RAMOS-SCHARRÓN; LAFEVOR, 2016; ANZALDUA et al., 2018; STAVENHAGEN et al., 2018; IPCC, 2021). A impermeabilização do solo representa uma das mais severas formas de degradação ambiental, com uma perda quase total das funções biológicas, hidrológicas e biogeoquímicas do solo (BURGHARDT, 2006; PROKOP et al., 2011). Por isso, muitos estudos consideram cidades inteiras como áreas de risco a inundações, sem considerar suas particularidades internas (TEHRANY et al., 2015; CROKE et al., 2017; SHAFIZADEH-MOGHADAM et al., 2018; FUNK et al., 2019).

Rios passaram por profundas intervenções estruturais nas cidades, por meio das modificações citadas anteriormente, embora seja notório que rios em estados mais naturais são mais sustentáveis, inclusive economicamente (VERÓL et al., 2019). Adicionalmente, suas vegetações ripárias foram desmatadas e suas margens impermeabilizadas e ocupadas (CARVALHO et al., 2007; TAVARES; SILVA, 2008; GUIDA-JOHNSON et al., 2017; HU; YUE; ZHOU, 2019). Em muitos casos, o sistema de drenagem urbano não foi planejado nem construído de maneira apropriada para o gerenciamento da água (JHA et al., 2012; GIGOVIĆ et al. 2017). E ao mesmo tempo em que aumentam o risco de inundações, as cidades concentram os alvos ameaçados por elas (OUMA; TAITESHI, 2014; GIGOVIĆ et al. 2017; MARENGO et al., 2020).

Historicamente, o ser humano predilecionou as margens de rios para sua moradia e vivência, e a expansão das atividades humanas modificou essas paisagens em larga escala (DEAN, 1997; MIGUEZ et al., 2015; HU; YUE; ZHOU, 2019). As ocupações humanas próximas aos rios tornaram-se cidades, que reúnem altos números de habitantes e de densidade populacional, de infraestruturas e de atividades econômicas (OUMA; TAITESHI, 2014). Desde 2007, a maioria da população mundial vive em cidades, sendo que apenas 13% vivia em áreas urbanas 100 anos antes (ONU, 2019). Em 2018, 4,2 bilhões dentre 7,6 bilhões (55%) vivia em áreas urbanas (UNESCO; UN-WATER, 2020). Provavelmente, esse número chegará a 66% para uma população total estimada superior a 9,7 bilhões de pessoas até 2050 (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – UNDP, 2015). No Brasil, a proporção já é bem maior, com quase 85% da sua população vivendo em áreas urbanas, embora estas ocupem menos de 1% do território nacional (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2016a; FARIAS et al., 2017).

Áreas urbanas se expandem para acomodar o aumento populacional, porém geralmente sem o planejamento adequado e ocupando áreas sujeitas a inundações (JHA et al., 2012). A ocupação dessas áreas se torna um grande desafio ao planejamento urbano, sendo a falta de espaço um dos maiores empecilhos à revitalização ou renaturalização de rios urbanos (MIGUEZ et al., 2015; BEUTE et al., 2020). Assim, as populações mais vulneráveis no sentido socioeconômico tornam-se também as mais vulneráveis às inundações nas cidades, pois frequentemente ocupam áreas de risco, de maneira irregular ou até mesmo de forma legítima, enquanto possuem baixa capacidade adaptativa (JHA et al., 2012; OUMA; TAITESHI, 2014; GOERL; KOBIYAMA, 2015; BARGER et al., 2018).

Existem diversos exemplos de recuperação[20] de rios urbanos no mundo, com foco no tratamento sanitário, despoluição, e qualidade da água, como a reabilitação dos Rios Reno (em diversas cidades europeias), Sena (em Paris, França) e Tâmisa (em Londres, Inglaterra) (BARCELLOS et al., 2020). Há, porém, menos casos de sucesso, embora emblemáticos, de revitalização[21] e de renaturalização[22] de rios urbanos, entre eles os dos Rios Ma Wat, em Fanling, e Lam Tsuen, em Tai Po, Hong Kong. Localizados em áreas industriais e urbanas densamente povoadas, esses rios foram revitalizados entre 2015 e 2017 (CHIA et al., 2020). Mas o caso mais conhecido é do Rio Cheonggyecheon, em Seul, na Coréia do Sul (CHO, 2010). Esse rio passou por diversas intervenções em sua história, até ser canalizado e enterrado nos anos 70, dando lugar a uma ampla rodovia onde passavam 160 mil carros por dia, em uma área altamente urbanizada (WWF, 2012). No início dos anos 2000, a rodovia foi removida, e o Cheonggyecheon foi desenterrado e revitalizado, assegurando a proteção contra inundações e gerando benefícios à biodiversidade, qualidade do ar, microclima, visitação e turismo, e à qualidade de vida da população (CHO, 2010). Hoje o rio é visitado por 64.000 pessoas por dia e gera 1,9 milhões de dólares em turismo (WEF, 2022).

Assim sendo, a gestão integrada do uso e cobertura do solo e dos recursos hídricos e ecossistêmicos é central na busca por cidades sustentáveis (SHUSTER; GARMESTANI, 2015). Para que essa gestão seja possível, o mapeamento de áreas vulneráveis a inundações torna-se imprescindível, e o uso e cobertura do solo um dos seus critérios mais cruciais (OUMA; TATEISHI, 2014). Neste sentido, a Mata Atlântica é particularmente interessante por, além da maior ocorrência de desastres naturais, se tratar da região mais urbanizada e com o maior número de habitantes e de densidade populacional do Brasil (IBGE, 2010; 2015; WWF, 2017). Quanto maior a urbanização, maior é a degradação ambiental, a fragilidade do solo, e a vulnerabilidade a inundações.

---

[20] Recuperação ou reabilitação é o reestabelecimento de condições físicas, químicas, e biológicas do corpo de água para atingir uma situação sanitária satisfatória, ou seja, para garantir a despoluição do rio (SILVA; PORTO, 2020).

[21] Revitalização é o reestabelecimento das interrelações entre o rio e a paisagem, garantindo o uso múltiplo da água (SILVA; PORTO, 2020).

[22] Renaturalização ou restauração é o reestabelecimento das interrelações entre o rio e a paisagem de modo a retornar o corpo d´água ao mais próximo possível da sua condição natural (SILVA; PORTO, 2020).

2.4 O SERVIÇO ECOSSISTÊMICO DE REDUÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÕES

2.4.1 Conceitos e benefícios dos serviços ecossistêmicos

O serviço ecossistêmico[23] de regulação da água é bastante conhecido por pesquisadores, uma vez que o papel dos ecossistemas no ciclo hidrológico e os seus benefícios são amplamente estudados (MANDER; TOURNEBIZE, 2015; HONDA; DURIGAN, 2017; VÖRÖSMARTY et al., 2018; UNESCO; UN-WATER, 2020). A existência de cobertura vegetal intercepta a queda da água da chuva protegendo o solo, faz a evapotranspiração, favorece a infiltração, diminui o escoamento superficial, controla a erosão e o assoreamento de cursos d'água, e diminui a frequência de cheias (DE ROO et al., 2003; BONELL, 2005; MEA, 2005; RAMOS-SCHARRÓN; MACDONALD, 2007; REUBENS et al., 2007; LEITE et al., 2009; PINHEIRO et al., 2009; GARCÍA-RUIZ et al., 2010; PANACHUKI et al., 2011; ARMSON; STRINGER; ENNOS, 2013; OUMA; TATEISHI 2014; HONDA; DURIGAN, 2017; BAI et al., 2018; CARTER et al., 2018; WEBBER et al., 2019). Embora entender a efetividade desse serviço ecossistêmico frente a eventos climáticos extremos ainda seja desafiador (WAHREN et al., 2012), garantir a proteção e conservação da vegetação nativa é essencial para a segurança hídrica (UN-WATER, 2013).

Estudos que monetizam essas contribuições da natureza para as pessoas em relação a água, entretanto, ainda são escassos e limitados (por exemplo XIAO; MCPHERSON; SIMPSON, 1998; MCPHERSON et al., 1999; JIM; CHEN, 2009; MCPHERSON et al., 2017), embora estimativas sejam possíveis. Elmqsvist et al. (2015), por exemplo, analisaram seis estudos de valoração da vegetação em áreas urbanas na China e nos Estados Unidos e encontraram um custo médio evitado de 922 dólares por hectare por ano em controle de inundações. Ao estudarem especificamente as árvores urbanas da Califórnia, nos Estados Unidos, McPherson et al. (2017) calcularam que a interceptação da água da chuva reduzia os custos da gestão de águas pluviais em 324,6 milhões de dólares anualmente no estado.

---

[23] Serviços ecossistêmicos são os benefícios que as pessoas obtém dos ecossistemas, o que inclui serviços de provisão, como comida e água; de regulação, como o controle de inundações, de seca, e de degradação ambiental; de suporte, como a formação do solo e a ciclagem de nutrientes; e culturais, como a recreação e questões espirituais e religiosas, além de outros benefícios não materiais (MEA, 2005).

A conservação, a recuperação e o manejo da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos como forma de gerar benefícios para as pessoas se enquadram em diversos conceitos. Dentre eles, está a infraestrutura verde ou verde-azul, que nada mais é do que uma rede interconectada de espaços naturais e naturalizados, que engloba diversos tipos de ecossistemas (terrestres, aquáticos e marinhos), e que tem como objetivo conservar a biodiversidade e gerar uma ampla gama de serviços ecossistêmicos (SILVA; WHEELER, 2017; PAULEIT et al., 2017). Quando voltada ao enfrentamento de inundações, as infraestruturas verde-azul buscam recriar um ciclo da água natural protegendo valores ecológicos e hidrológicos da paisagem, aumentando a resiliência, e adaptando as pessoas aos eventos de inundação, tendo como medida chave a conservação e restauração de corpos d'água e de sua vegetação ripária (HOYER et al., 2011; LAWSON et al., 2014; SHUSTER; GARMESTANI, 2015).

Outro conceito importante neste contexto é a Redução do Risco de Desastres baseada em Ecossistemas (Eco-RRD). São medidas de Eco-RRD a gestão sustentável, conservação e restauração de ecossistemas para reduzir substancialmente o risco de desastres e a perda de vidas, meios de subsistência, saúde, e ativos econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas, comunidades e países, com o objetivo de alcançar um desenvolvimento sustentável e resiliente (ESTRELLA; SALISMAA, 2013; UNDRR, 2015).

Se fizerem parte de uma estratégia geral de adaptação à mudança do clima, essas práticas podem ser consideradas adicionalmente como medidas de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), para ajudar as pessoas a lidar com os impactos da mudança do clima (LO, 2016). Ambos AbE e Eco-RRD se sobrepõem ao fazerem uso de ecossistemas funcionais e seus serviços para ajudar as pessoas e as comunidades a se adaptarem aos impactos adversos das mudanças climáticas e de desastres, muitas vezes com medidas semelhantes (LANGE et al., 2018).

Soluções baseadas na Natureza (SbN), por sua vez, são ações para proteger, conservar, restaurar, usar e gerir de forma sustentável ecossistemas terrestres, de água doce, costeiros e marinhos, naturais ou modificados, que abordem os desafios sociais, econômicos e ambientais de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente o bem-estar humano, serviços ecossistêmicos e benefícios à resiliência e à biodiversidade (COHEN-SHACHAM et al., 2016; ONU, 2022).

SbN é considerado um conceito guarda-chuva, que abrange os demais conceitos de infraestruturas verde-azul, Eco-RRD e AbE (COHEN-SHACHAM et al., 2019; UNDRR, 2020).

Em artigo de revisão da literatura científica publicada entre 2000 e 2019 sobre o uso de ecossistemas na redução do risco de desastres, Sudmeier-Rieux et al. (2021) avaliaram 529 artigos e concluíram que pesquisas sobre Eco-RRD (e termos similares) em bacias hidrográficas são insuficientes, principalmente no Sul Global. Embora a maioria dos artigos revisados pelos autores tratasse de áreas urbanas (195, 36,86%) e de inundações (294, 55,58%), apenas 43 consideravam rios e sua vegetação ripária (8,13%), desses somente três na América do Sul. Os autores encontraram alta confiança na capacidade dos ecossistemas em diminuírem a vulnerabilidade a inundações (como em YAO et al., 2015), sendo mais custo-efetivos (KOUSKY; WALLS, 2014). Entretanto, estudos sobre rios e sua vegetação ripária foram considerados menos conclusivos devido, entre outros fatores, à complexidade das variáveis utilizadas, como são a intensidade de chuvas e o tipo de solo.

Medidas baseadas em ecossistemas geralmente são menos aceitas por tomadores de decisão devido a sua complexidade, mas, embora ainda pouco implementadas, essas medidas vem se mostrando eficientes, flexíveis, de baixo-arrependimento, com bom custo-benefício e com múltiplos co-benefícios econômicos, sociais e ambientais (BUSCH et al., 2015; MMA, 2016a; LANGE et al., 2018; UNDRR, 2020). Elas são 50% mais baratas que medidas de infraestrutura cinza ou de engenharia convencional e geram 28% maior valor agregado em termos de co-benefícios, mas, ainda assim, cidades investem menos de 0,3% de seus gastos relacionados à infraestrutura com medidas ecossistêmicas (WEF, 2022).

Entretanto, há cada vez mais projetos que consideram medidas ecossistêmicas nas cidades (KOWARIK, 2018; THRELFALL; KENDAL, 2018; HU et al., 2019), inclusive voltados ao enfrentamento de inundações, como o Desenvolvimento urbano de Baixo Impacto (*Low Impact Developments* – LID) nos Estados Unidos (PYKE et al., 2011); o Design Urbano Sensível a Água (*Water Sensitive Urban Design* – WSUD) na Austrália (MORISON; BROWN, 2011); a Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos Urbanos (*Urban Biodiversity and Ecosystem Services* – URBES) na Europa e nos EUA (SCHEWENIUS; MCPHEARSON; ELMQSVIST, 2014); as Cidades Verdes-Azuis (*Blue-Green Cities* –

BGCs) (LAWSON et al., 2014; THORNE, 2020) e o projeto IGNITION (WINCH; HARTLEY; LANE, 2020), ambos no Reino Unido; as Transições para os Serviços de Água Urbanos do Amanhã (*Transitions to the Urban Water Services of Tomorrow* – TRUST) na Europa e na Africa (SCHWESIG et al., 2015); as Cidades Esponja na China (CHAN et al., 2018); e o projeto *Clearing House* (DEBELLIS et al., 2021) na Europa e na China.

A partir daqui, o termo Floresta Urbana[24] como Solução baseada na Natureza (FU-SbN), tradução livre de *Urban Forest as Nature-based Solution*, será usado nesta pesquisa para indicar medidas de conservação e restauração de ecossistemas urbanos, incluindo árvores de rua, áreas verdes, e APPs, para enfrentar desafios da sociedade e gerar benefícios para as pessoas, conforme conceito usado pelo projeto *Clearing House* (DEBELLIS et al., 2021). O objetivo do projeto é usar as árvores urbanas para melhorar a vida nas cidades, inclusive com foco em restauração de bacias hidrográficas e na conectividade entre remanescentes de vegetação nativa.

2.4.2 Áreas de Preservação Permanente (APPs) hídricas urbanas

No Brasil, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, estabelece APPs que protegem, entre outros ecossistemas, a vegetação ripária em áreas naturais, rurais ou urbanas, públicas ou privadas (BRASIL, 2012b; Soares-Filho et al., 2014). A largura da APP hídrica é definida apenas com base na tipologia e na largura do corpo d'água, conforme segue:

> Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:
>
> I - as faixas marginais de qualquer curso de água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
> a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
> b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
> c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
> d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

---

[24] A Floresta Urbana compreende toda a cobertura vegetal presente em áreas urbanas e periurbanas, públicas ou privadas, incluindo a arborização de ruas, jardins, áreas verdes como parques e praças, e remanescentes de vegetação nativa (BIONDI, 2015; FAO, 2016; ENDRENY, 2018).

> e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos de água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
>
> II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
> a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
> b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
>
> III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
>
> IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
>
> [...]
>
> §1º Não será exigida Área de Preservação Permanente no entorno de reservatórios artificiais de água que não decorram de barramento ou represamento de cursos d'água naturais.
>
> [...]
>
> §4º Nas acumulações naturais ou artificiais de água com superfície inferior a 1 (um) hectare, fica dispensada a reserva da faixa de proteção prevista nos incisos II e III do caput, vedada nova supressão de áreas de vegetação nativa, salvo autorização do órgão ambiental competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama.
>
> §5º É admitido, para a pequena propriedade ou posse rural familiar, de que trata o inciso V do art. 3° desta Lei [pequena propriedade ou posse rural familiar], o plantio de culturas temporárias e sazonais de vazante de ciclo curto na faixa de terra que fica exposta no período de vazante dos rios ou lagos, desde que não implique supressão de novas áreas de vegetação nativa, seja conservada a qualidade da água e do solo e seja protegida a fauna silvestre.
>
> §6º Nos imóveis rurais com até 15 (quinze) módulos fiscais, é admitida, nas áreas de que tratam os incisos I e II do caput deste artigo, a prática da aquicultura e a infraestrutura física diretamente a ela associada, desde que:
>
> I - sejam adotadas práticas sustentáveis de manejo de solo e água e de recursos hídricos, garantindo sua qualidade e quantidade, de acordo com norma dos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente;
> II - esteja de acordo com os respectivos planos de bacia ou planos de gestão de recursos hídricos;
> III - seja realizado o licenciamento pelo órgão ambiental competente;
> IV - o imóvel esteja inscrito no Cadastro Ambiental Rural – CAR;
> V - não implique novas supressões de vegetação nativa.
> (BRASIL, 2012b, não p.).

As APPs protegem os recursos hídricos e do solo, a biodiversidade e o bem-estar humano (BRASIL, 2012b). A LPVN, então, busca prevenir a mudança de uso e cobertura do solo e a degradação ambiental em áreas essenciais à geração de

serviços ecossistêmicos. Aponta-se também que APPs devem ter sua vegetação mantida (art. 7º), e se suprimida, a recuperação é obrigatória.

Destaca-se, ainda, que APPs são previstas tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais (art. 4º), embora a Lei de Parcelamento do Solo Urbano, Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, estabelecesse em seu art. 4º, inciso III-A., que loteamentos deveriam manter área não edificável ao longo de águas correntes ou dormentes de no mínimo 15 metros de cada lado, apenas – largura mínima abaixo, então, do que era disposto na LPVN. Essa divergência entre as leis gerava insegurança jurídica quanto a exigência de APPs hídricas em áreas urbanas. Em 28 de abril de 2021, o Supremo Tribunal de Justiça (STJ) decidiu a prevalência da LPVN sobre a Lei de Parcelamento do Solo Urbano, decisão proferida no julgamento do Tema 1.010 e publicada em 10 de maio de 2021. Ainda assim, a proteção estabelecida pela LPVN às APPs hídricas urbanas vinha sofrendo ataques constantes, com pelo menos 15 Projetos de Lei (PL) visando alterar o art. 4º da LPVN. Esses ataques culminaram na Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021, que altera ambas LPVN e Lei de Parcelamento do Solo Urbano. A nova lei inclui o parágrafo 10º ao art. 4º da LPVN, com o seguinte texto:

> § 10. Em áreas urbanas consolidadas, ouvidos os conselhos estaduais, municipais ou distrital de meio ambiente, lei municipal ou distrital poderá definir faixas marginais distintas daquelas estabelecidas no inciso I do **caput** deste artigo, com regras que estabeleçam:
>
> I - a não ocupação de áreas com risco de desastres;
>
> II - a observância das diretrizes do plano de recursos hídricos, do plano de bacia, do plano de drenagem ou do plano de saneamento básico, se houver; e
>
> III - a previsão de que as atividades ou os empreendimentos a serem instalados nas áreas de preservação permanente urbanas devem observar os casos de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental fixados nesta Lei. (BRASIL, 2021, não p.).

Porém, o art. 8º da LPVN já previa a intervenção ou supressão da vegetação em APP em casos de utilidade pública, interesse social, ou de atividades de baixo impacto ambiental. Entre obras de utilidade pública (art. 3º, VIII) estão o serviço público de transporte e sistema viário, então, a LPVN permite que ruas estejam em APP. Entre obras de interesse social (art. 3º, IX), há a infraestrutura de esporte, lazer, educação e cultura ao ar livre, o que permite, por exemplo, a instalação de áreas verdes urbanas com usos sociais em APP. Também como interesse social, é prevista

a regularização fundiária de assentamentos predominantemente de população de baixa renda em APP quando em áreas urbanas consolidadas. As áreas urbanas consolidadas eram definidas anteriormente pela Lei n° 13.465, de 11 de julho de 2017 (BRASIL, 2017), que dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, mas foram redefinidas pela nova Lei n° 14.285/2021:

> XXVI – área urbana consolidada: aquela que atende os seguintes critérios
>
> a) estar incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica;
> b) dispor de sistema viário implantado;
> c) estar organizada em quadras e lotes predominantemente edificados;
> d) apresentar uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou direcionadas à prestação de serviços;
> e) dispor de, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:
> 1. drenagem de águas pluviais;
> 2. esgotamento sanitário;
> 3. abastecimento de água potável;
> 4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública; e
> 5. limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos.
>
> (BRASIL, 2021, não p.).

A nova lei (14.285/2021) modificou a definição de área urbana consolidada conforme lei anterior (13.465/2017) quanto a exigência de que o sistema viário implantado contasse com vias pavimentadas e quanto ao mínimo de equipamentos de infraestrutura urbana implementados, antes três, agora dois. Com menos critérios para a determinação de área urbana consolidada, mais APPs podem ser consideradas urbanas, facilitando assim a sua ocupação por outros usos e coberturas do solo além da vegetação ripária.

Entretanto, a LPVN já legitimava o risco de desastres sobre a população mais vulnerável ao permitir a regularização fundiária de assentamentos de população de baixa renda em APP, além de outros usos de utilidade pública. No caso do desastre da Região Serrana do Rio de Janeiro ocorrido em 2011, imagens de satélite mostraram que as áreas mais afetadas pelas inundações e deslizamentos eram APPs em “passivo ambiental”, isso é, APPs degradadas e ou sem cobertura vegetal, que precisam ser restauradas para o cumprimento da LPVN (MMA, 2011).

Embora tente flexibilizar a proteção da vegetação ripária em APPs ao ampliar a definição de áreas urbanas consolidadas, a nova lei (14.285/2021) não muda a exigência de que outros usos e coberturas do solo só podem ocorrer em casos de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental – já previstos na LPVN.

Além disso, a nova lei (14.285/2021) inclui a não ocupação de áreas com risco de desastres. Argumenta-se que em APPs hídricas, por serem adjacentes a corpos d'água, sempre haverá algum risco de ocorrência de inundação.

É no mínimo curioso que, conhecendo-se o impacto das modificações em cursos d'água e a importância da conservação da vegetação ripária, as cidades brasileiras continuem perturbando seus rios, além de ocupar suas margens – consequências da falta de planejamento urbano. O próprio Estatuto das Cidades, Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, trata do direito das pessoas a cidades sustentáveis, inclusive buscando a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente, e evitando a exposição da população aos riscos de desastres.

2.4.3 Áreas prioritárias para conservação e recuperação da vegetação nativa em APPs hídricas urbanas visando a redução do risco de inundações

Embora a importância da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos seja reconhecida e até inquestionável, a floresta urbana ainda é negligenciada, inclusive sendo pouco reportada pelo mundo. Apenas 27% dos países (52 de 193) declararam a cobertura de vegetação dentro de suas áreas urbanas para o relatório da ONU sobre as florestas do mundo (*The State of the World's Forests*), somando pouco mais de 20 milhões de hectares (FAO; UNEP, 2020). O Brasil não foi um desses países. Embora a área reportada seja relativamente pequena, a floresta urbana é o componente principal da estrutura da paisagem das cidades, e fornece benefícios essenciais aos seus habitantes (GRISE; BIONDI; ARAKI, 2016a).

Visando preencher parte dessa lacuna de conhecimento, o Ministério do Meio Ambiente brasileiro (MMA) publicou a Portaria n° 504, de 21 de setembro de 2020, que institui o Programa Cidades+Verdes e o Cadastro Ambiental Urbano. Segundo a portaria, o cadastro seria uma "ferramenta para identificação, mapeamento, qualificação e divulgação de áreas verdes urbanas" (MMA, 2020b, não p.). Com ele, então, a floresta urbana no Brasil poderia ser conhecida, mesmo que parcialmente, já que o cadastro foca apenas em áreas verdes. Porém, o cadastro foi desenvolvido de forma que a responsabilidade pelo cadastramento fosse unicamente dos municípios, ao mesmo tempo que não apresenta nenhum benefício para que os gestores municipais se integrem à ferramenta. O resultado é que o cadastro não teve ampla adesão dos municípios até então. Lacunas nos dados sobre a floresta urbana no Brasil

prejudicam a realização de estudos, de planejamento territorial urbano e de políticas públicas para a sua conservação e recuperação, lacuna que pode ser preenchida por uma Política Nacional de Arborização Urbana (PNAU) e um Sistema Nacional de Informações sobre Arborização Urbana (SISNAU), como os propostos no Projeto de Lei nº 4.309/2021.

Tanto estudos sobre inundações em áreas urbanas quanto áreas prioritárias para conservação e restauração, por exemplo, são amplamente realizados, mas a interface entre esses temas é menos explorada. Estudos como os de Muis et al. (2015), Gigovic et al. (2017), Schubert et al. (2017), Bai et al. (2018), Carter et al. (2018), e Webber et al. (2019) abordam a ocorrência de inundações em cidades, mas sem selecionar ou priorizar áreas para conservação e restauração como uma solução. Pesquisas sobre áreas prioritárias para conservação e restauração, por outro lado, indicam majoritariamente a seleção de áreas de forma geral (BRANCALION et al., 2019; MAPPING et al., 2019), ou focam na conservação da biodiversidade (ZWIENER et al., 2017; MMA, 2018a; QU et al., 2019), e na produção de água (VETTORAZZI; VALENTE, 2016; MMA, 2017c), todas em bacias hidrográficas com coberturas naturais ou rurais – excluindo-se as urbanas. Valente et al. (2017) estudaram restauração especificamente em áreas urbanas, mas sem considerar variáveis relacionadas a inundações para selecionar áreas prioritárias. Croke et al. (2017) e Funk et al. (2019) consideraram inundações para selecionar áreas para restauração, mas apenas em áreas rurais.

Considerando a importância das APPs hídricas urbanas para a redução do risco de inundações e para a geração de outros serviços ecossistêmicos, juntamente à proteção dada pela legislação brasileira, elas destacam-se como áreas prioritárias para a conservação e recuperação da floresta urbana. Esforços recentes foram feitos para calcular o passivo ambiental das APPs hídricas no Brasil, especialmente no que diz respeito aos usos e coberturas antrópicos dentro dos limites das APPs, incluindo áreas urbanas, agricultura, pastagens, silvicultura, estradas, mineração e áreas degradas, como os realizados por Rezende et al. (2018a) e FBDS (2020). Entretanto, a maioria desses esforços ainda considera apenas APPs em áreas naturais e rurais, excluindo-se as urbanas (TAVERES et al., 2019; GUIDOTTI et al., 2020; FARIA et al. 2021).

A Mata Atlântica brasileira sozinha tem um passivo ambiental entre 5.237.804 e 7.175.074 ha dentro de APP (REZENDE et al., 2018a). Assim, é imprescindível que tomadores de decisão tenham ferramentas que os ajudem a priorizar recursos na melhor estratégia de conservação e de restauração de APPs hídricas, selecionando áreas prioritárias onde os esforços devem começar. Isso é especialmente verdadeiro porque municípios historicamente desmataram e ocuparam essas áreas, ao mesmo tempo que contam com recursos humanos, financeiros e de tempo limitados. Portanto, estabelecer um mapa de vulnerabilidade de inundações dentro das APPs, conforme proposto nesta pesquisa, pode ajudar a fazer melhor uso desses recursos.

Bom, além da importância de se conhecer a área ocupada pela floresta e pelas APPs hídricas urbanas, a quantidade de cobertura vegetal sozinha não garante a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Por isso, considerar a qualidade da vegetação também é importante. A qualidade pode ser avaliada de diversas formas, dentre elas por meio de métricas da paisagem. Métricas da paisagem são medidas usadas para avaliar a estrutura da paisagem (OLIVEIRA, 2018). Modificações produzidas pelo desmatamento e pela mudança no uso e cobertura do solo afetam essa estrutura e, consequentemente, impactam as dinâmicas e os processos ecológicos da paisagem (FORMAN; GODRON, 1986; FORMAN, 1995; HADDAD et al., 2015; OLIVEIRA, 2018). O principal efeito dessas modificações na paisagem é a fragmentação da vegetação, que passa a ser confinada em remanescentes pequenos e isolados, separados por uma matriz antropizada (HADDAD et al., 2015). A resiliência a perturbações e a capacidade das florestas e de outros ecossistemas remanescentes em manter a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos dependerá da quantidade e qualidade dos fragmentos restantes, considerando seu tamanho, formato, exposição a distúrbios externos, e isolamento (SAUNDERS et al., 1991; TABARELLI et al., 2012; HADDAD et al., 2015; SCHOLES et al., 2018).

A área de cada remanescente de vegetação está diretamente relacionada com a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, no sentido que áreas maiores apresentam maior diversidade de espécies ao mesmo tempo em que geram mais serviços e com maior qualidade (TABARELLI et al., 2004; FAETH et al., 2011; TABARELLI et al., 2012; HAAS; BAN, 2018). A forma e a borda dos fragmentos, por sua vez, estão associadas ao efeito de borda e a exposição a distúrbios externos. A matriz circundante dos fragmentos impacta parâmetros físicos, químicos e biológicos dos remanescentes, afetando a sua composição, estrutura e funcionamento

(RIGUEIRA et al., 2012; FAETH et al., 2011; MAGNAGO et al., 2014; HAAS; BAN, 2018). Já a conectividade entre fragmentos permite o movimento de espécies e o fluxo gênico, além de aumentar a resiliência do remanescente e também a provisão de serviços ecossistêmicos (FAETH et al., 2011; TURNER et al., 2014; BARÓ et al., 2015; YANG et al., 2015; HAAS; BAN, 2018). O uso e o processamento de dados de sensoriamento remoto em ambiente SIG permitem uma análise detalhada da estrutura da paisagem em áreas urbanas por meio de suas métricas, e possibilitam a elaboração de um diagnóstico da paisagem (GRISE; BIONDI; ARAKI, 2016a).

Estudos que consideram a influência de métricas da paisagem sobre a provisão de serviços ecossistêmicos em sua maioria o fazem com foco na conservação da biodiversidade e na perda de habitats (UUEMAA et al., 2009; FARDILLA et al., 2017; ARROYO-RODRIGUEZ et al., 2020; MARSHALL et al., 2020), na distribuição potencial de espécies ameaçadas (HASUI et al., 2017; TOMADON et al., 2019; REIS et al., 2021a), ou ainda na suscetibilidade a invasão por espécies exóticas (PERRY et al., 2016; LUSTIG et al., 2017; REIS et al., 2021b). Métricas também são amplamente empregadas na avaliação da qualidade visual ou estética da paisagem (UUEMAA et al., 2009; FRANK et al., 2013; GUNGOR; POLAT, 2018; HERMES et al., 2018). Entretanto, ainda são incipientes os trabalhos que consideram métricas da paisagem na avaliação de outros serviços ecossistêmicos (FRANK et al., 2012; DUARTE et al., 2018; HAAS; BAN, 2018), principalmente sobre o controle de inundações (MILLER; BREWER, 2018).

Além da cobertura vegetal e de métricas da paisagem, outras duas variáveis se destacam no estudo da qualidade ambiental: o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI) e a tipologia de área verde. Proposto por Kriegler et al. (1969), o NDVI é hoje o índice mais usado para avaliar a vegetação e analisar a biodiversidade, pois é capaz de expressar atributos como área foliar, biomassa, e clorofila, e indicar a saúde e o crescimento da vegetação; além disso, apresenta alta correlação com o número de famílias e de espécies de plantas, e com índices de biodiversidade (SOMMEECHAI et al., 2018; SOWINSKA-SWIERKOSZ; MACHALIK-SNIEZEK, 2020; HUANG et al., 2021).

Já a tipologia de área verde está relacionada com os usos permitidos no local e a proteção sobre a vegetação, o que depende das classificações estabelecidas pelos governos locais. Não há uma definição de tipologias de áreas verdes empregada de forma global ou nacional por todos os municípios, embora existam tipos

amplamente usados – como parques e praças. Curitiba, por exemplo, possui 23 tipologias diferentes de áreas verdes, nem sempre tão bem definidas, que aparecem, de forma geral, no Sistema Municipal de Unidades de Conservação de Curitiba, Lei Municipal n° 15.744, de 27 de outubro de 2020 (CURITIBA, 2020b), mas também em outros dispositivos legais, como a Lei Municipal n° 14.587, de 19 de janeiro de 2015, que reestrutura o Programa das Reservas Particulares do Patrimônio Natural Municipal (RPPNM) (CURITIBA, 2015a); o Decreto Municipal n° 471, de 27 de outubro de 1988, que dispõe sobre os Parques Municipais e dá outras providências (CURITIBA, 1988); e o Decreto Municipal n° 427, de 20 de outubro de 1983, que define critérios para denominação de áreas públicas ajardinadas (CURITIBA, 1983).

2.5 A PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O PLANEJAMENTO URBANO

Processos participativos são essenciais ao planejamento urbano e à elaboração e implementação de políticas públicas. A participação da população é prevista na Constituição Federal (BRASIL, 1988) e respalda a tomada de decisões, garante políticas mais assertivas, e é fundamental para o desenvolvimento a longo prazo, além de promover a educação e o envolvimento dos cidadãos em suas comunidades (ONU-HABITAT; COLAB, 2020).

Uma forma de incluir as pessoas no planejamento é a partir do conhecimento de suas experiências, percepções e preferências. O papel das percepções de risco na melhoria da resiliência de pessoas e comunidades, por exemplo, é amplamente reconhecido como um importante componente das avaliações de vulnerabilidade (KUHLICKE et al., 2011; BURNS; SLOVIC, 2012; BIRKHOLZ et al., 2014). Além disso, a percepção do risco influencia comportamentos, em como indivíduos e comunidades respondem às ameaças, e pode amplificar o impacto dos desastres para além de suas consequências diretas (BURNS; SLOVIC, 2012; BIRKHOLZ et al., 2014). Por isso, há a necessidade de se compreender melhor as ligações entre percepções e comportamentos, como um precursor para o desenvolvimento de uma comunicação de risco e de políticas de gestão de desastres mais eficazes (BIRKHOLZ et al., 2014). Estratégias para fomentar o conhecimento da população sobre as causas e consequências das inundações, inclusive relembrando sobre ocorrências passadas, são consideradas prioritárias para melhorar a capacidade adaptativa das

comunidades e reduzir o risco de desastres (TERPSTRA; GUTTELING, 2008; SCHELFAUT et al., 2011).

Outro ponto relevante, já abordado nesta revisão de literatura, é que as pessoas mais pobres são, no geral, as mais afetadas por desastres. Considerando que desastres como inundações são potencializados pela mudança do clima, as pessoas mais pobres são as que menos contribuem para a emissão de gases do efeito estufa e, logo, para a própria mudança do clima, ao mesmo tempo que são as mais vulneráveis aos seus impactos e as mais excluídas dos benefícios gerados pelas medidas de adaptação e de redução do risco de desastres (ANGUELOVSKI et al., 2016). Ainda assim, são muitas vezes identificadas como responsáveis e culpabilizadas quando não conseguem (ou não querem) aderir a políticas públicas que não as incluem (SCHNEIDER; INGRAM, 2005).

Douglas e Wildavsky (1982) propuseram, em sua teoria cultural, classificar as pessoas em quatro amplas visões de mundo para descrever suas atitudes perante o risco: individualista, igualitária, hierárquica e fatalista. Esses grupos foram discriminados usando duas dimensões centrais da sociabilidade, considerando estruturas hierárquicas e comprometimento social, conforme FIGURA 3 (RIPPL, 2002).

FIGURA 3 – ATITUDES PERANTE O RISCO



FONTE: A autora (2022), adaptado de DOUGLAS; WILDAVSKY (1982); RIPPL (2002); e OLTEDAL et al. (2004).

De maneira análoga, Nisbet, Zelenski e Murphy (2009) desenvolveram e, posteriormente, Nisbet e Zelenski (2013) aprimoraram, uma escala para avaliar as atitudes das pessoas perante a natureza, ou a proximidade e conexão que as pessoas sentem com a natureza. Uma proximidade maior com a natureza está correlacionada com preocupações e atitudes ambientais, além de sensações mais fortes de pertencimento, coesão social, bem-estar, felicidade e satisfação com a vida (NISBET; ZELENSKI; MURPHY, 2008; 2011; MARTYN; BRYMER, 2016; SHANAHAN et al., 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

3.1.1 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um complexo de formações florestais e ecossistemas associados que cobria originalmente cerca de 1.345.300 km² em três países – Brasil, Argentina e Paraguai, estendendo-se por quase 10% de todo o território da América do Sul (WWF, 2017). No Brasil, ela é legalmente caracterizada de duas formas: como Bioma[25] Mata Atlântica (IBGE, 2004; 2019) e conforme a Área de Aplicação da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa da Mata Atlântica (BRASIL, 2006; 2008). Enquanto o bioma é caracterizado como uma única área contínua, o mapa de aplicação da chamada Lei da Mata Atlântica abrange também regiões disjuntas no Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí, que recebem a proteção adicional estabelecida pela lei. Essas regiões disjuntas e os dois últimos estados listados (Ceará e Piauí) não são considerados como integrantes do Bioma Mata Atlântica, selecionado como área de estudo desta pesquisa (FIGURA 4).

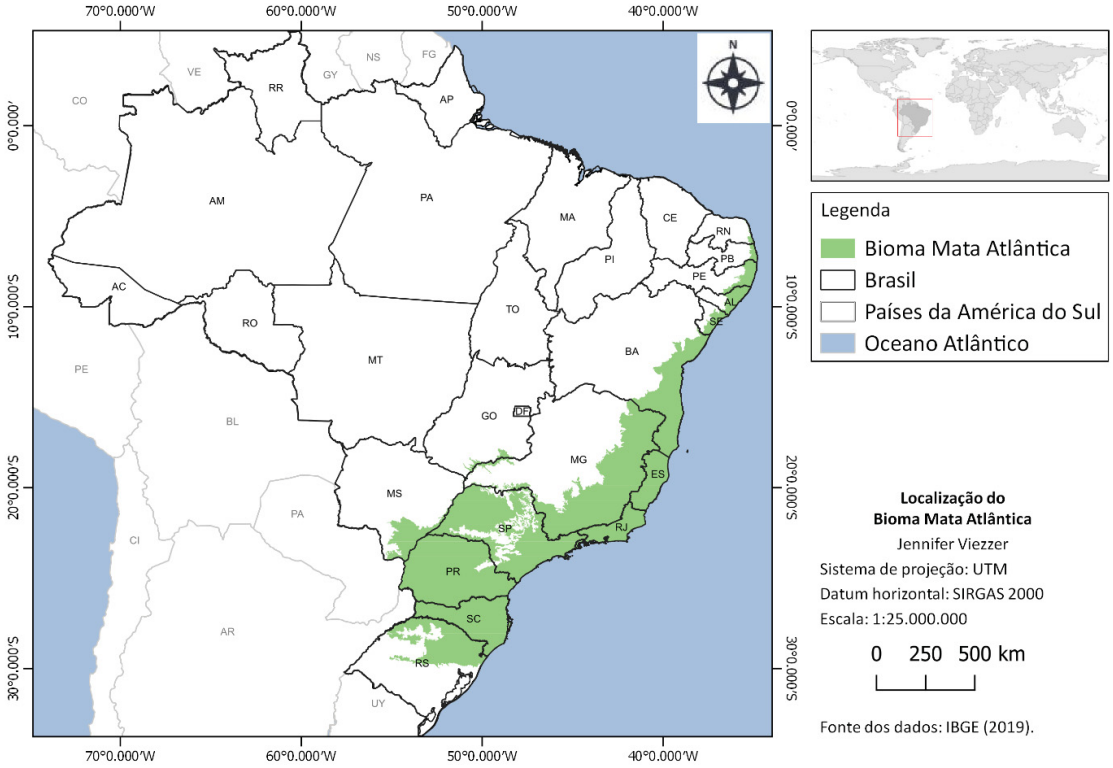
Terceiro bioma em área, atrás da Amazônia e do Cerrado, a Mata Atlântica possui 1.107.419 km² no Brasil, 13% da área territorial do país, alcançando as regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul; 15 dos 27 estados (55,55%), partindo do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul; e 3.082 dos 5.570 municípios brasileiros (55,33%) (IBGE, 2019).

Devido a sua extensão, principalmente latitudinal, e sua diversidade topográfica, o clima da Mata Atlântica é bastante heterogêneo. Segundo a classificação climática de Köppen (KÖPPEN, 1936; ALVARES et al., 2013), o bioma abrange os climas *Af*, *Am*, *Aw*, *BSh*, *Cfa*, *Cfb*, *Cwa* e *Cwb* (FIGURA 5), conforme características descritas no QUADRO 3.

---

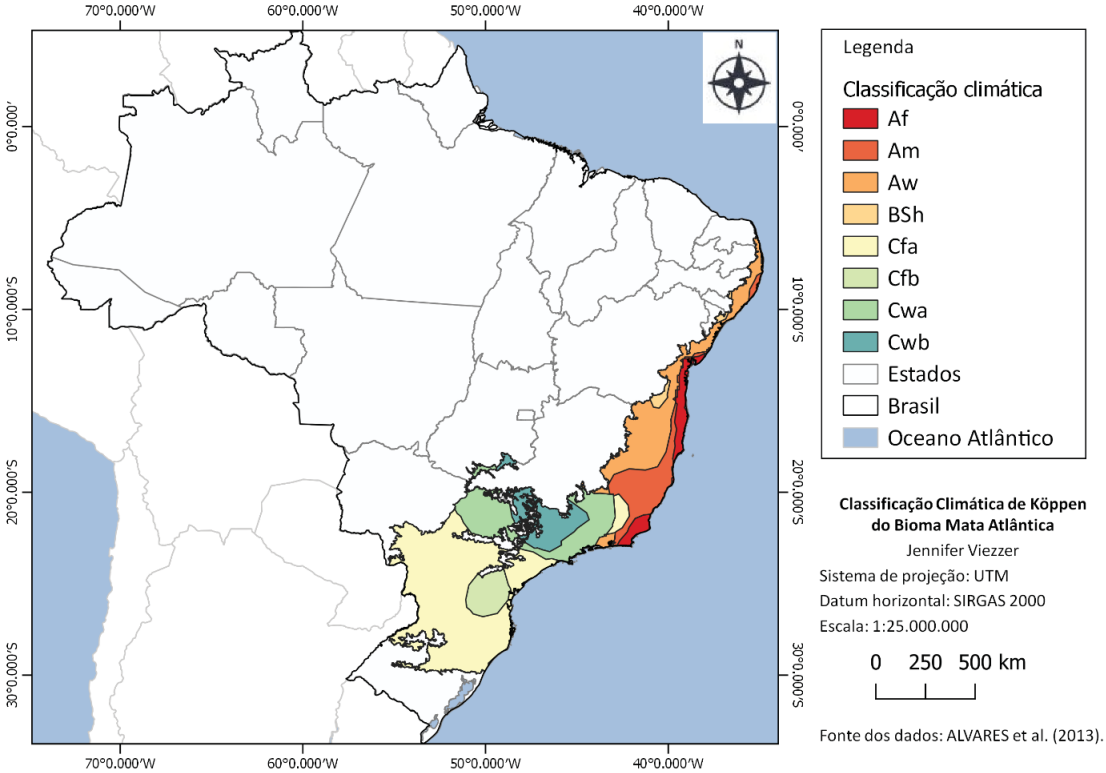
[25] Bioma é um espaço geográfico natural que ocorre em áreas que vão desde algumas dezenas de milhares até alguns milhões de quilômetros quadrados, caracterizando-se pela sua uniformidade de clima, de condições edáficas, e de fitofisionomias (COUTINHO, 2016). No Brasil, o termo bioma é considerado sinônimo de domínio morfoclimático ou fitogeográfico e é usado oficialmente para nomear as regiões da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal.

FIGURA 4 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: MATA ATLÂNTICA



FONTE: A autora (2022), com base nos dados de IBGE (2019).

FIGURA 5 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN PARA A MATA ATLÂNTICA



FONTE: A autora (2022), com base nos dados de ALVARES et al. (2013).

QUADRO 3 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN PARA A MATA ATLÂNTICA

Classificação climática	**Definição**	**Características**
Grupo climático principal (1ª letra)		
A	Tropical	T média mensal ≥ 18° C
B	Seco	P total anual < 500 mm
C	Temperado	T média do mês mais frio < 18° C
Subgrupo de precipitação (2ª letra)		
f	Equatorial	P total mensal ≥ 60 mm
m	De Monção	P total do mês mais seco < 60 mm e equivale a > 4% da P total anual
w	De Savana com inverno seco	P total do mês mais seco < 60 mm e equivale a < 4% da P total anual
S	Semiárido	P total anual > 50% da T média anual X 20 + 280 (se ≥ 70% da P ocorre na primavera e no verão) ou 140 (se 30-70% da P primavera e verão)
Subgrupo de calor (3ª letra)		
h	Quente	T média anual > 18° C
a	Com verão quente	T média do mês mais quente > 22° C
b	Com verão fresco	T média mensal < 22° C

FONTE: A autora (2022), adaptado de KÖPPEN (1936).

LEGENDA: T = temperatura; P = precipitação.

Dados das normais climatológicas da Mata Atlântica para o período de 1981 a 2010, considerando 70 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) presentes no bioma, são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA MATA ATLÂNTICA

Variáveis climáticas 1981 – 2010			
Temperatura	**Anual**	**Mês mais frio (julho)**	**Mês mais quente (fevereiro)**
Temperatura máxima média	27,31° C	24,13 °C	29,97° C
Temperatura média	21,32° C	17,68° C	24,08° C
Temperatura mínima média	16,82° C	12,84° C	19,82° C
Precipitação	**Anual**	**Mês mais seco (agosto)**	**Mês mais úmido (janeiro)**
Precipitação acumulada	102.221,20 mm	4.093,60 mm	14.178,80 mm
Média do número de dias com precipitação acima de 35 mm	10,17 dias	0,25 dias	1,61 dias

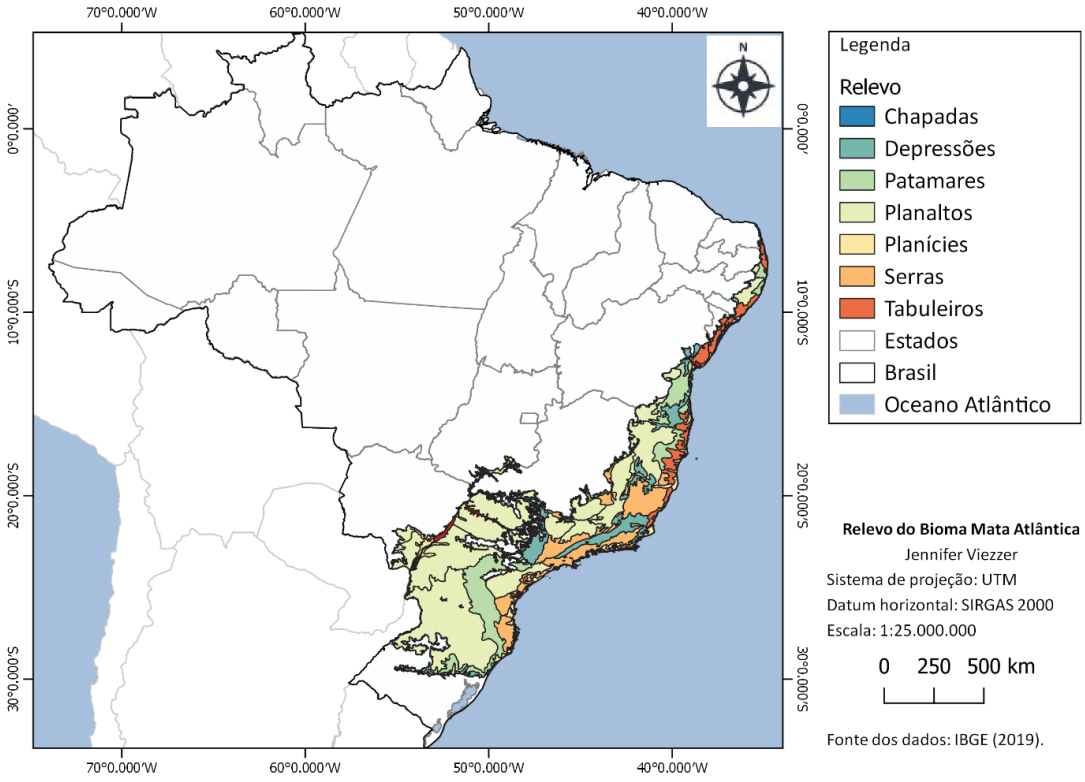
FONTE: A autora (2022), adaptado de INMET (2020).

Modelos climáticos globais regionalizados para o Brasil sugerem aumento da temperatura média anual para a Mata Atlântica entre 0,5° C e 3,5° C até 2040, dependendo do modelo (HadGEM2-ES, MIROC5, CANE SM2, BESM), dos cenários de emissão de gases do efeito estufa (RCP 4.5 e 8.5), e da região do bioma (CHOU et al., 2014; INPE, 2020).

Apesar das diferenças em intensidade, os modelos climáticos concordam entre si sobre o aumento da temperatura. Devido às complexidades inerentes ao ciclo hidrológico, o mesmo não ocorre para a precipitação, e diferentes modelos podem mostrar tendências divergentes para uma mesma região em relação às chuvas. Para a Mata Atlântica, a tendência que os quatro modelos regionalizados para o Brasil parecem concordar é de aumento na precipitação acumulada média e no número de dias com chuvas fortes, principalmente para a região Sul, quando considerado o período até 2040 (CHOU et al., 2014; INPE, 2020).

A altitude do bioma vai de zero metros, iniciando-se ao nível do mar, até 2.891 m em seu ponto mais alto, no Pico da Bandeira, localizado no Parque Nacional do Caparaó, entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo (IBGE, 2016b). Suas unidades de relevo são diversas e incluem planícies, tabuleiros, depressões, planaltos e serras (IBGE, 2019), apresentados na FIGURA 6.

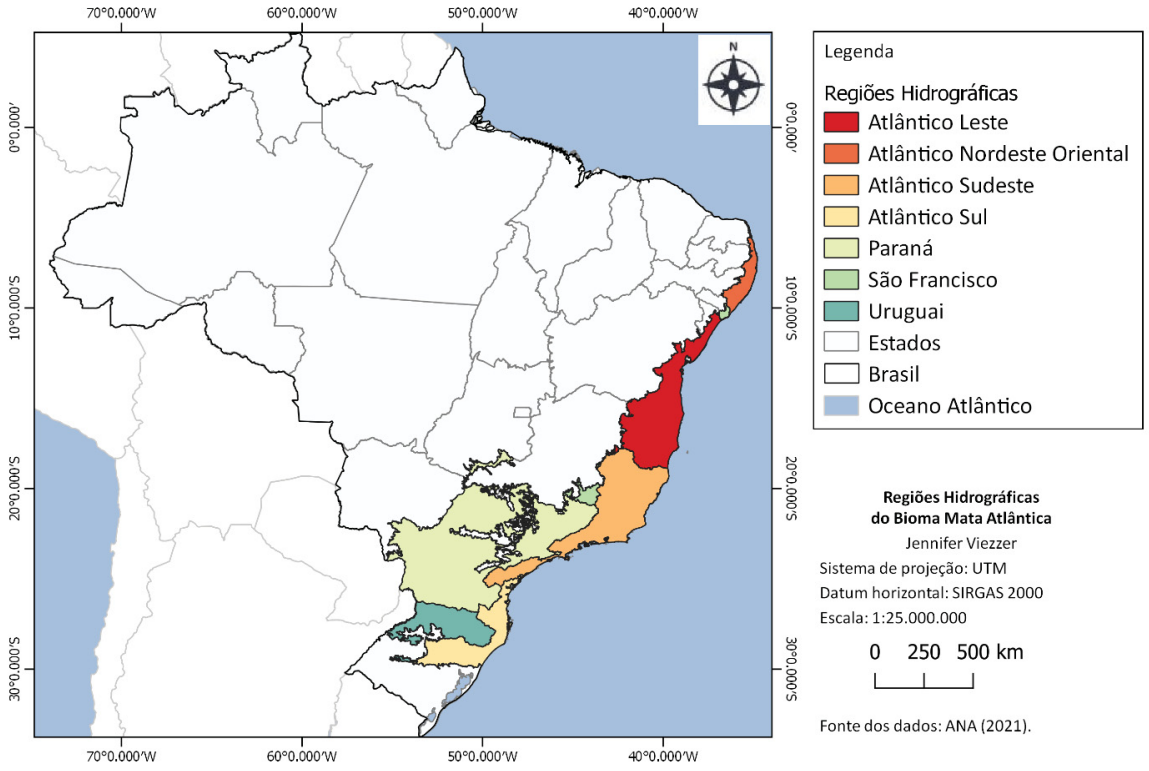
FIGURA 6 – RELEVO DA MATA ATLÂNTICA



FONTE: A autora (2022), com base nos dados de IBGE (2019).

Sete das 12 regiões hidrográficas brasileiras localizam-se na Mata Atlântica (FIGURA 7): Atlântico Nordeste Oriental, São Francisco, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Paraná, Uruguai, e Atlântico Sul (Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, 2003). Corpos d'água cobrem 1,96% da área total do bioma (FBDS, 2020; MAPBIOMAS, 2020).

FIGURA 7 – REGIÕES HIDROGRÁFICAS DA MATA ATLÂNTICA

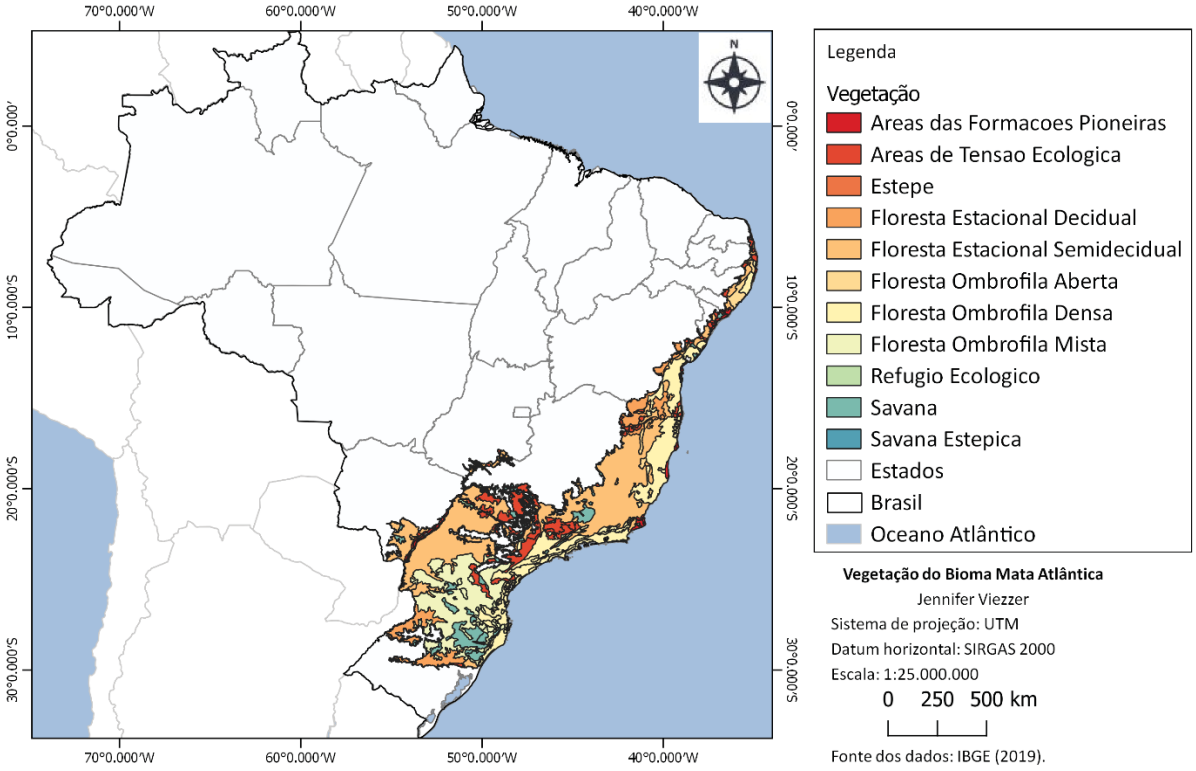


FONTE: A autora (2022), com base nos dados de ANA (2021).

Dentre suas fitofisionomias, a Mata Atlântica é composta sobretudo por formações florestais, em ordem de maior para menor área: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual, Florestal Estacional Decidual, Floresta Ombrófila Mista, e Floresta Ombrófila Aberta (IBGE, 2019). Ainda compreende outros ecossistemas, também em ordem de extensão: Estepe, Formações Pioneiras (manguezais, restingas, e áreas aluviais), Savana, e Savana-Estépica; além de áreas de contato entre diferentes tipos de vegetação (IBGE, 2019), conforme FIGURA 8.

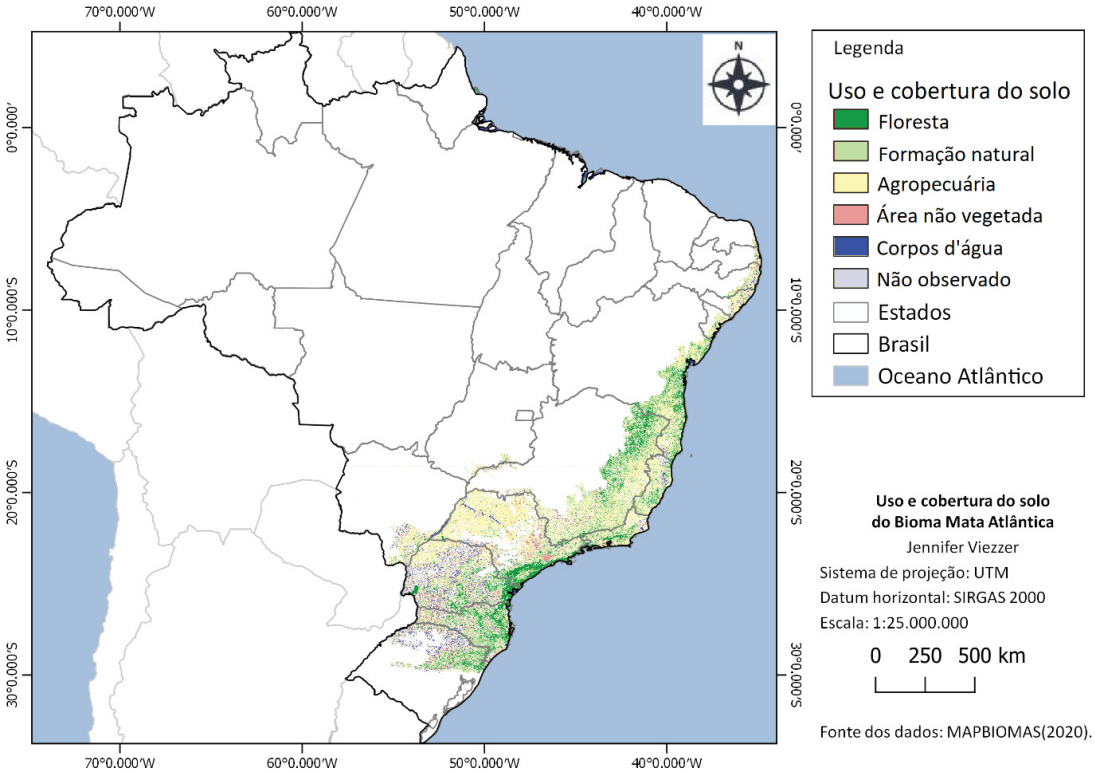
Atualmente, aproximadamente 314.557 km² da vegetação nativa da Mata Atlântica é remanescente (FIGURA 9), o que representa apenas 28,40% da sua cobertura original (FBDS, 2020).

FIGURA 8 – VEGETAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA



FONTE: A autora (2022), com base nos dados de IBGE (2019).

FIGURA 9 – USO E COBERTURA DO SOLO DA MATA ATLÂNTICA



FONTE: A autora (2022), com base nos dados de MAPBIOMAS (2020).

Além disso, a fragmentação entre os remanescentes de vegetação nativa do bioma é intensa: 83,4% tem menos de 50 hectares (RIBEIRO et al., 2011). Por serem muitos pequenos para permitir a persistência de várias espécies, os fragmentos ficam sujeitos à homogeneização biótica (SCARANO; CEOTTO, 2015). De toda a lista de espécies ameaçadas da flora brasileira, 60% ocorrem na Mata Atlântica – são 1.544 plantas do bioma ameaçadas de extinção (MARTINELLI et al., 2013; SCARANO; CEOTTO, 2015; Conservação Internacional – CI, 2022).

A América do Sul foi o último continente a ser alcançado por populações humanas, sendo que a ocupação da Mata Atlântica provavelmente teve início há 12 mil anos, por caçadores-coletores que pouco modificaram o bioma (DEAN, 1997; BARRETO, 2017; VIALOU et al., 2017). As primeiras evidências de cultivos de plantas e, consequentemente, de transformações mais profundas advindas da agricultura, datam de cerca de 4 mil anos atrás, o que evoluiu temporalmente para o desmatamento e o uso do fogo para abrir áreas para cultivo (DEAN, 1997; BARRETO, 2017). Entretanto, foi a invasão europeia a partir do ano de 1500 d.C. que deu início ao processo de destruição da Mata Atlântica de fato, primeiramente pela exploração madeireira, em especial de Ibirapitanga, o Pau-brasil (*Paubrasilia echinata* Lam. – Gagnon, H.C. Lima & G. P. Lewis), com estimativas que apontam 2 milhões de árvores cortadas durante o séc. XVI (DEAN 1996; BARRETO, 2017). Depois disso, destacam-se os ciclos devastadores da cana-de-açúcar (séc. XVI – XVIII), do ouro (séc. XVIII), do algodão (séc. XVIII – XIX), e do café (séc. XIX – XX), além da pecuária e da urbanização, todos responsáveis pela ampla supressão da vegetação nativa da Mata Atlântica.

A análise de imagens de satélite entre 1985 e 2019 realizada pelo Projeto MapBiomas (MAPBIOMAS, 2020) mostra que 1987 foi o ano com maior desmatamento registrado para essa série histórica, com perda de cobertura florestal nativa acima de 10.000 km². A partir deste ano, houve queda gradual no desmatamento até 1996, quando a perda de cobertura vegetal voltou a crescer até a virada para o séc. XXI. No início dos anos 2000, o desmatamento diminuiu novamente, em especial a partir de 2006, provavelmente devido a criação e aplicação da Lei da Mata Atlântica. Desde 2016, entretanto, a perda de cobertura vegetal voltou a crescer, chegando a 3.443,22 km² em 2019, maior número desde 1989.

O uso e cobertura do solo da Mata Atlântica é majoritariamente composto por pecuária (26,71%), agricultura (18,71%), mosaico agricultura-pecuária (15,43%), e

silvicultura (3,90%), totalizando 716.572,25 km² (64,75%) destinados a essas atividades (MAPBIOMAS, 2020).

Mesmo assim, a Mata Atlântica tem a segunda maior biodiversidade das Américas, inferior apenas à da Amazônia, e o maior número de espécies por área (THOMAS et al., 1998; MORELLATO; HADDAD, 2000). Mais de 20 mil espécies de árvores e arbustos são registradas para o bioma, 8 mil delas endêmicas à região (MITTERMEIER et al., 2005). Por isso, a Mata Atlântica é considerada um *hotspot* de biodiversidade. Myers et al. (2000) denominaram 25 regiões do mundo como *hotspots*, que concentram metade da biodiversidade da Terra, ocupando apenas pouco mais de 1% da área territorial do planeta. Para ser considerado um *hotspot*, uma região precisa ter pelo menos 1,5 mil plantas vasculares endêmicas e ao mesmo tempo possuir 30% ou menos da sua vegetação nativa. Em outras palavras, um *hotspot* de biodiversidade é ao mesmo tempo ameaçado e insubstituível, e a Mata Atlântica está entre os 10 mais ameaçados e entre os 3 mais vulneráveis à mudança do clima no mundo (CI, 2011; REZENDE et al., 2018b; SCARANO, 2019, CI, 2022). Além isso, o bioma está entre as prioridades globais de restauração para a conservação da biodiversidade e para a mitigação da mudança do clima (STRASSBURG et al., 2020).

Grande parte dos remanescentes de vegetação nativa e da biodiversidade da Mata Atlântica encontram-se dentro de áreas protegidas. São 1.224 Unidades de Conservação, 410 de Proteção Integral e 814 de Uso Sustentável, que protegem 105.103 km², já excluindo sobreposições entre unidades, o que representa quase 10% da área total do bioma e 33% da cobertura vegetal remanescente (MMA, 2018b).

Quanto às APPs hídricas, a Mata Atlântica possui uma rede de drenagem com extensão de 2.356.054 km, o que gera 153.573 km² de APP conforme estabelecido na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), ou 13,87% da área total do bioma (FBDS, 2020). Entretanto, 81.217 km² de APP não possuem cobertura vegetal hoje, ou 52,88% (FBDS, 2020).

Quase 120 milhões de pessoas, ou 62% da população brasileira, habita a Mata Atlântica, concentradas em áreas urbanas, que possuem 18.622 km² de área construída, ou 1,68% do bioma, representando 57% do total deste tipo de uso do solo no Brasil (MAPBIOMAS, 2019; FBDS, 2020). Oito das 10 maiores regiões metropolitanas do país e duas das 30 maiores cidades do mundo, São Paulo e Rio de Janeiro, localizam-se no bioma (IBGE, 2019). A população ainda não se estabilizou na

região, que apresenta tendências positivas de crescimento, o que enfatiza a pressão humana sobre a Mata Atlântica (WWF, 2017).

3.1.1.1 Seleção dos municípios da Mata Atlântica considerados neste estudo

Com o objetivo de analisar as APPs e suas relações com indicadores urbanos, socioeconômicos, ambientais, de vulnerabilidade a inundações, e de percepção da população, buscou-se considerar todos os municípios da Mata Atlântica nesta pesquisa. Para isso, foram utilizados os *shapefiles* (1) dos Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000 (IBGE, 2019) e (2) da Malha Municipal Brasileira (IBGE, 2018), totalizando 3.082 municípios que interceptam o Bioma Mata Atlântica.

A lista com os 3.082 municípios (IBGE, 2018; 2019) foi comparada à lista dos municípios considerados no levantamento de dados sobre a cobertura vegetal de APPs na Mata Atlântica realizado pela Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2020), base para as análises desta pesquisa, que totalizava 2.997 municípios. Foram encontrados 2.923 municípios em comum entre as duas listas.

Estavam na lista da FBDS (2020) 74 municípios que não interceptam áreas do Bioma Mata Atlântica segundo o mapa do IBGE (2019), provavelmente devido à proximidade com os limites do bioma. Estes municípios foram verificados um a um no mapa do IBGE (2019) e todos foram descartados.

Por outro lado, estavam na lista da Malha Municipal na Mata Atlântica (IBGE, 2018; 2019) 159 municípios que não foram contemplados no estudo da FBDS para a Mata Atlântica. Destes, 137 possuem dados sobre a cobertura vegetal de APPs produzidos por outros estudos da FBDS e foram adicionados a esta pesquisa. Os outros 22 faltantes foram descartados.

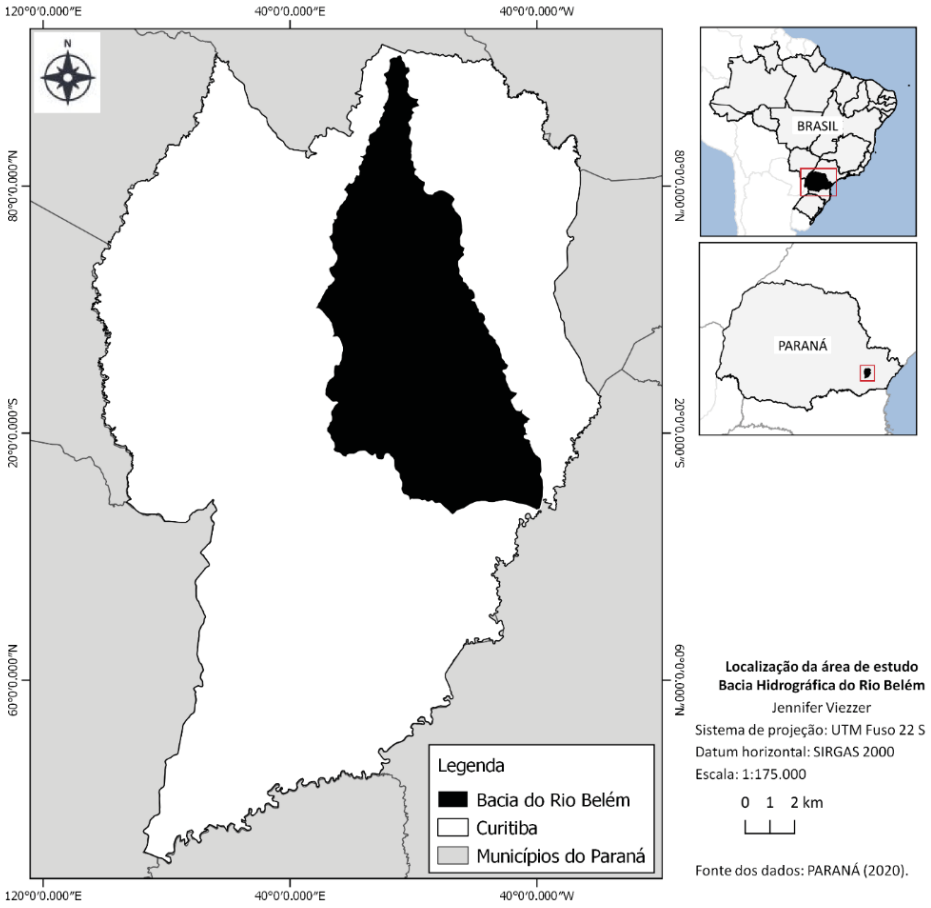
Somando os 2.923 municípios comuns entre as listas junto aos 137 adicionais contemplados em outros estudos da FBDS, chega-se a 3.060 municípios. Destes, três municípios foram criados após 2010 e, por isso, não possuem dados do Censo Demográfico (IBGE, 2010), também usado como base para as análises desta pesquisa. São eles os municípios de Pinto Bandeira (que pertencia a Bento Gonçalves, RS), Balneário Rincão (que pertencia a Içara, SC), e Pescaria Brava (que pertencia a Laguna, SC). Por isso, esses municípios foram unidos, totalizando 3.057

municípios contemplados nesta pesquisa (APÊNDICE 1), 99,19% de todos os municípios existentes na Mata Atlântica.

3.1.2 Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR

A Bacia Hidrográfica do Rio Belém, em Curitiba, PR, Brasil (FIGURA 10), foi selecionada como estudo de caso para comparar vulnerabilidade a inundações e qualidade ambiental, além de definir áreas prioritárias para a conservação e recuperação da vegetação ripária como uma solução baseada na natureza contra inundações. Estudos de caso são investigações detalhadas de um fenômeno específico, amplamente usados em análises de desastres naturais, embora seus resultados não devam ser generalizados (GERRING, 2019; SCHOCH, 2020).

FIGURA 10 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM



FONTE: A autora (2022), com base nos dados de PARANÁ (2020).

Curitiba é a capital do Estado do Paraná, localizado na Região Sul do Brasil. É uma das 12 capitais brasileiras inseridas no Bioma Mata Atlântica, especificamente na fitofisionomia da Floresta Ombrófila Mista, também chamada de Floresta com Araucária, que tem sua delimitação fitogeográfica dada pela ocorrência natural da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, espécie característica dessa formação florestal. Duas unidades de conservação de uso sustentável têm seus territórios parcial ou totalmente inseridos no município, a Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual do Passaúna e a APA Municipal do Iguaçu. Curitiba também conta com 1.182 áreas verdes e aproximadamente 320 mil árvores de rua (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba – IPPUC, 2020b).

Oficialmente, o município foi fundado em 29 de março de 1693, como Vila Nossa Senhora da Luz dos Pinhais, se tornando Curitiba em 1721 (IPPUC, 2020a). A área ocupada, a princípio, localizava-se na atual Praça Tiradentes, considerada marco zero da cidade, na latitude 25°25’48” S e na longitude 49°16’15” W (IPPUC, 2020a), e em seu entorno, no ângulo formado pelo encontro dos Rios Belém e Ivo e composto por um terreno muito úmido (FIGURA 10) (VIEZZER; 2014; POSSE; CASTRO, 2020).

FIGURA 11 – PLANTA DE CURITIBA, 1857



FONTE: CASA DA MEMÓRIA DE CURITIBA[26], citado por CASTRO; POSSE, 2015.

LEGENDA: 1 – Largo da Matriz, atual Praça Tiradentes; 2 – Rio Ivo; 3 – Rio Belém; 4 – Área alagadiça, atual Passeio Público; 5 – Área alagadiça, atual Praça Senador Correa.

---

[26] CASA DA MEMÓRIA DE CURITIBA. **Planta de Curitiba**, 1857. Curitiba: Acervo da Casa da Memória, Diretoria do Patrimônio Cultural, Fundação Cultural de Curitiba.

O município possui área de 435 km² (IBGE, 2020), destes 64,94 km² são cobertos por vegetação (14,93%) (FBDS, 2020). Da área total da cidade, 14,47% é APP conforme estabelecida pela LPVN, ou 62,93 km², porém apenas 24,23 km² estão atualmente cobertos por vegetação (38,50%) (FBDS, 2020).

A cidade é considerada totalmente urbanizada, com mais de 300 km² de área construída (69,08% do município) (IBGE, 2013; FBDS, 2020). A população de Curitiba é de 1.751.907 habitantes segundo Censo Demográfico de 2010, porém apresenta uma população estimada para 2020 de 1.948.626 habitantes (IBGE, 2010; 2020).

De acordo com a classificação climática de Köppen (KÖPPEN, 1936; ALVARES et al., 2013), Curitiba tem clima do tipo *Cfb* (QUADRO 3), caracterizado como um clima temperado, úmido e super úmido, sem estação seca definida, com verões frescos, e invernos com geadas frequentes. Dados das normais climatológicas da Estação Meteorológica do INMET em Curitiba, para o período de 1981 a 2010, são apresentados na TABELA 2.

TABELA 2 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE CURITIBA, PR, BRASIL

Variáveis climáticas 1981 – 2010			
Temperatura	**Anual**	**Mês mais frio (julho)**	**Mês mais quente (fevereiro)**
Temperatura máxima média	23,50° C	19,70 °C	26,80° C
Temperatura média	17,40° C	13,50° C	21,00° C
Temperatura mínima média	13,40° C	9,00° C	17,40° C
Precipitação	**Anual**	**Mês mais seco (agosto)**	**Mês mais úmido (janeiro)**
Precipitação acumulada	1.575,80 mm	74,00 mm	218,30 mm
Média do número de dias com precipitação acima de 35 mm	10 dias	1 dia	2 dias

FONTE: A autora (2022), adaptado de INMET (2020).

Assim como para a Mata Atlântica como um todo, os modelos climáticos globais regionalizados para o Brasil também sugerem aumento da temperatura média anual para Curitiba, de 0,5° C a 2,5° C até 2040, dependendo do modelo (HadGEM2-ES, MIROC5, CANE SM2, BESM) e do cenário de emissão de gases do efeito estufa (RCP 4.5 e 8.5) (CHOU et al., 2014; INPE, 2020). Em relação à mudança das chuvas no município, os quatro modelos regionalizados para o Brasil parecem concordar tanto com o aumento da precipitação acumulada média durante os meses de inverno, quanto do número de dias com chuvas fortes, também considerando o período até 2040 (CHOU et al., 2014; INPE, 2020). O Plano Municipal de Mitigação e Adaptação

às Mudanças Climáticas de Curitiba (PlanClima) destaca a maior probabilidade de ocorrência de eventos extremos de tempestades na cidade, com potencial para provocar inundações (CURITIBA, 2020a).

Curitiba fica inserida no Primeiro Planalto Paranaense, a uma altitude média em relação ao nível do mar de 916,98 m, variando entre 862,03 e 1.022,72 m, com relevos planos a ondulados (INPE, 2011). Os tipos de solo que ocorrem no município são principalmente Latossolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos, e solos hidromórficos (IPPUC, 2019).

Quase 2% de todo território do município é ocupado por água, ou 8,29 km² (FBDS, 2020). Inserida na Região Hidrográfica do Rio Paraná, Curitiba conta com 119 rios que se estendem pelas sete sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu que ocorrem na cidade: as bacias dos rios Passaúna, Barigui, Atuba e de contribuição direta do Alto Rio Iguaçu, que abrangem também outros municípios do entorno, e dos rios Belém, Padilhas e Alto Boqueirão, localizadas integralmente dentro dos limites da cidade (ANA, 2010; IPPUC, 2012).

De acordo com CURITIBA (2012) e IPPUC (2018), a Bacia Hidrográfica do Rio Belém é a segunda maior da cidade, possui área 89,53 km² (20,58% da área do município), passando por 38 dos 75 bairros da cidade (50,67%). Conta com o Rio Belém e seus 46 afluentes (39,50% dos rios de Curitiba) que, juntos, estendem-se por 117,97 km, chegando a uma densidade de drenagem de 1,32 km/km², considerada baixa (OLIVEIRA, 2017). Inicia-se ao norte do município, próximo à divisa com Almirante Tamandaré, no Bairro Cachoeira, e termina no sudeste do município, próximo à divisa com São José dos Pinhais, entre os bairros Uberaba e Boqueirão, onde o Rio Belém deságua no Rio Iguaçu. O Rio Belém tem extensão aproximada de 21,46 km, e atravessa os Parques Municipais Nascentes do Belém, São Lourenço, Bosque João Paulo II, Passeio Público, e Iguaçu. No trecho entre a Av. Cândido de Abreu e a Rodoferroviária de Curitiba, o Rio Belém é enterrado, passando por uma galeria subterrânea de 5 m de altura por 6 m de largura por cerca de 2,5 km. Seus afluentes ainda passam pelos Parques da Pedreira, Gutierrez, e Jardim Botânico, e pelos Bosques do Pilarzinho, Zaninelli, Alemão, Gomm, e Reinhard Maack, entre outras áreas verdes.

A Bacia do Rio Belém se destaca por ser a maior entre as bacias completamente inseridas em Curitiba, além de ter as segundas maiores população e densidade demográfica (459.715 hab. e 5.536,86 hab./km²), atrás apenas da Bacia do

Rio Barigui (CURITIBA, 2012). Ainda, enfrenta diversos problemas ambientais, como baixa cobertura de vegetação nativa, retificações e canalizações, degradação de suas margens, ocupações irregulares, lançamentos de esgoto, e ocorrência de inundações (CURITIBA, 2012; MELO et al., 2018; MISAEL, 2018).

3.1.2.1 Inundações e planejamento urbano na Bacia Hidrográfica do Rio Belém

Existem registros antigos da ocorrência de inundações no Rio Belém e seus afluentes, datados desde o início do século passado. Castro e Posse (2015) resgataram artigos de jornais antigos de Curitiba que mostram as intervenções realizadas na busca por soluções aos problemas gerados pelas inundações. A primeira menção às modificações exercidas sobre o Rio Belém encontrada pelas pesquisadoras data de 1905, onde relatam a execução de obras de retificação numa extensão de 300 m.

Nesta mesma década, há outras referências às alterações no Rio Belém, como quando, em 23 de novembro de 1908, o prefeito de Curitiba, Joaquim Pereira de Macedo, enviou ofício ao então denominado presidente do Estado do Paraná, Francisco Xavier da Silva, falando sobre a "[...] necessidade de rebaixar o leito do Rio Belém até a barra do Iguaçu, para dar escoamento às águas que em tempos de chuva alagam diversas ruas da cidade" (JORNAL A REPÚBLICA[27], 1909, p. 1, citado por CASTRO; POSSE, 2015); ou como o relatório do engenheiro Ernesto Guaita enviado em 1909 ao prefeito:

> Falta, em primeiro lugar, aos olhos do observador, a urgência de obras de certa relevância para o rápido e completo escoamento das águas pluviais que, em épocas chuvosas, alagam a parte baixa da cidade, ameaçando até a vida de seus habitantes. O único escoadouro destas águas é o Rio Belém que, pela tortuosidade e pouca profundidade do seu leito, é insuficiente para dar vazão ao enorme volume das águas recolhidas pela bacia dos Rios Belém, Ivo e outros menores. É, portanto, de primeira intuição, proceder-se a um cálculo da superfície da Bacia do Rio Belém e a um estudo completo para dar maior capacidade e maior velocidade ao Rio Belém, levando-o em linha quase reta ao Rio Iguaçu e ao ponto mais baixo do que a foz atual; ponto este a procurar-se (JORNAL A REPÚBLICA, 1909, p. 2, citado por CASTRO; POSSE, 2015).

As modificações no Rio Belém e outros rios urbanos de Curitiba continuam com o passar dos anos, como durante os governos dos prefeitos Candido Ferreira de

---

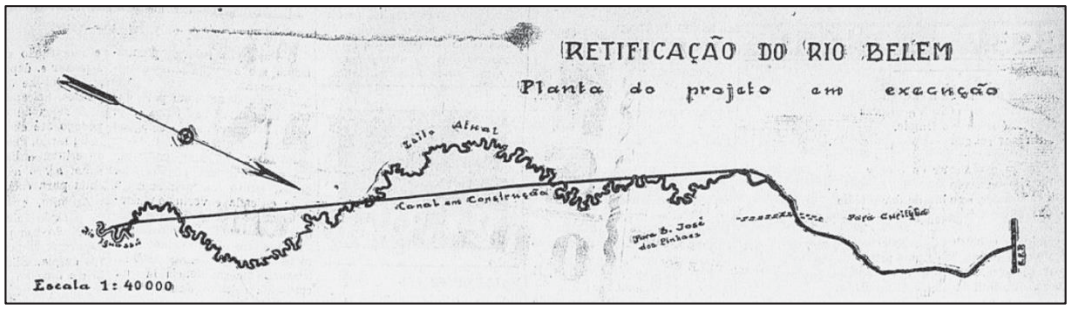
[27] JORNAL A REPÚBLICA. Acta da sessão em 22 de dezembro de 1908. Curityba: 18 jan. 1909. Anno XXIV, n. 14.

Abreu, em 1914: “prosseguem com energia a canalização, retificação e cobertura dos rios, estando já retificada parte do Rio Belém” (JORNAL A REPÚBLICA[28], 1914, p. 2, citado por CASTRO; POSSE, 2015), e Jorge Lothario Meissner, em 1932:

> Com o projeto [de retificação] confeccionado e aprovado, o percurso deste rio [Belém] fica reduzido de dez quilômetros e meio, ficando evidentemente aumentado o declive de seu leito e, portanto, o escoamento das suas águas. [...] Ficará assim sanada grande parte da zona urbana vítima até aqui das enchentes periódicas (JORNAL A REPÚBLICA[29], 1933, p. 21-22, citado por CASTRO; POSSE, 2015).

Esse projeto de retificação pode ser visto na FIGURA 12.

FIGURA 12 – PROJETO DE RETIFICAÇÃO DO RIO BELÉM, 1933



FONTE: JORNAL CORREIO DO PARANÁ[30], 1933, citado por CASTRO; POSSE, 2015.

Nesta mesma época, há inclusive o registro de uma matéria exacerbando a qualidade e importância das modificações realizadas no Rio Belém, em detrimento de obras realizadas no passado, conforme segue:

> Dentre as obras que, sem alarde, o jovem prefeito [Jorge Lothario Meissner] está executando, destaca-se a retificação do Rio Belém [...]. Esse trabalho é [...] um grande serviço que ele prestará à nossa capital, hoje sensivelmente aliviada, em sua parte leste, das enchentes periódicas que tantos prejuízos causam. [...] Não fora a imprevidência das administrações passadas, ao calcularem a seção de vazão das canalizações dos rios que banham Curitiba sem levarem em conta o desflorestamento e o aumento da área pavimentada da cidade, estaria dentro em pouco, resolvido de vez, o problema do escoamento rápido do Rio Belém (JORNAL CORREIO DO PARANÁ, 1933[31], p. 1 e 8, citado por CASTRO; POSSE, 2015).

---

[28] JORNAL A REPÚBLICA. Mensagem do Prefeito Candido Ferreira de Abreu. Curityba: 17 abr. 1914. Anno XXIX, n. 89.
[29] JORNAL A REPÚBICA. Mensagem do Prefeito Jorge Lothario Meissner. Curitiba: 13 fev. 1933. Anno XLVIII, n. 37.
[30] JORNAL CORREIO DO PARANÁ. Retificação do Rio Belém. Curitiba: 8 abr. 1933. Anno II, n. 270.
[31] JORNAL CORREIO DO PARANÁ. Um prefeito que trabalha. Curitiba: 1 mar. 1933. Anno II, n. 238.

A partir dos anos 40, surgem as primeiras críticas aos modelos de retificação, canalização e enterramento dos rios na Bacia do Rio Belém. O arquiteto urbanista Alfred Agache, responsável pelo Plano de Urbanização da Cidade de Curitiba, conhecido como Plano Agache, sugeriu, inclusive a revitalização dos rios:

> Todo aquele que se interessa pela urbanização de Curitiba topará, de início, com um sério problema. Refiro-me aos rios que a banham, como o Belém e o rio Ivo. São cursos d'água muito irregulares e sua retificação, portanto, redunda num pesado ônus aos cofres do Município. (...) O plano em vista é o do aproveitamento das grandes curvas dos rios para a construção de lagos. Assim, evitar-se-ia a retificação que aludi. (GARCEZ, 2006, p. 74).

Essa ideia, porém, não se concretiza. Crescentes modificações no Rio Belém e em seus afluentes continuam no decorrer dos anos 60 e 70 (CASTRO; POSSE, 2015), apesar da continuidade também das ocorrências de inundação:

> Fortes chuvas ocorreram em Curitiba, intermitentes, causando enchentes, alagando tudo. Nos primeiros dias de 1976, houve 14 inundações na bacia hidrográfica do Belém, no centro da cidade. Em fins de janeiro, o rio subiu 4 metros e meio, rompendo uma adutora, derrubando pontes nos bairros e causando prejuízos de 35 mil cruzeiros por dia à canalização (JORNAL A VOZ DO PARANÁ[32], 1978, não p., citado por OFICINA PROJETOS, 2011).

Ao reportar a conclusão de obras de canalização do Rio Belém em 1978, o Jornal Correio de Notícias faz novas críticas às modificações, chegando a afirmar que seria "[...] melhor salvar o rio, preservando suas margens, do que enfrentar penosas cirurgias urbanas, como a que foi submetida a cidade" (JORNAL CORREIO DE NOTÍCIAS, 1978[33], não p., citado por OFICINA PROJETOS, 2011). Entretanto, a história se repete durante os anos 80 e 90, com contínuas obras sem nunca solucionar os problemas recorrentes na bacia.

A partir do séc. XXI, o movimento de recuperação de rios urbanos ganha força, inclusive com um projeto desenvolvido em 2005 prevendo a descanalização de trechos do Rio Belém o que, porém, foi considerado muito custoso pela então gestão municipal do prefeito Beto Richa, ficando apenas no papel (OFICINA PROJETOS, 2011). O Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu (Superintendência

---

[32] JORNAL A VOZ DO PARANÁ. Sem título. Notícia de 19 jul. 1978. Curitiba: Acervo da Casa da Memória, Diretoria do Patrimônio Cultural, Fundação Cultural de Curitiba.

[33] JORNAL CORREIO DE NOTÍCIAS. Sem título. Notícia de 15 jul. 1978. Acervo da Casa da Memória. (sem página)

de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA, 2002), que inclui a Bacia do Rio Belém, também falhou em apresentar medidas de recuperação mais assertivas. O plano propõe principalmente obras de alargamento do leito e elevação da margem do Rio Belém, junto a construção de reservatórios de detenção, mas sem indicar a implantação de áreas verdes junto a esses reservatórios, por exemplo. O próprio plano já indica que as medidas propostas não são suficientes para reduzir adequadamente as inundações e que outras medidas adicionais devem ser consideradas. Mas ao citar que medidas visando a preservação das características naturais de permeabilidade da bacia e a não alteração do regime de escoamento superficial seriam importantes, não indica que medidas seriam estas.

A Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo da época (Lei Municipal nº 9.800, de 03 de janeiro de 2000) abordava a proteção de APPs com a previsão do Setor Especial do Anel de Conservação Sanitário-Ambiental, considerando as APPs como parte do patrimônio cultural, natural, e ambiental do município (CARVALHO, 2016). Esse setor foi objeto de regulação específica na Lei Municipal n° 9.805, de 03 de janeiro de 2000, que cria o Setor Especial do Anel de Conservação Sanitário-Ambiental e dá outras providências. A criação desse setor especial tinha o objetivo de:

> incentivar e garantir o uso adequado das faixas de drenagem, bem como a manutenção das faixas de preservação permanente, visando o bom escoamento das águas superficiais, recuperação da mata ciliar e a minimização dos problemas de enchente (CURITIBA, 2000b, p. 1).

Especificamente para o Rio Belém, essa lei previa a proteção da faixa de 40 m para cada lado do rio a partir da margem no trecho compreendido entre a divisa intermunicipal ao norte e o Passeio Público, e da faixa de 50 m para cada lado do rio a partir da margem no trecho compreendido entre a Av. Presidente Affonso Camargo e o Rio Iguaçu. Conforme estabelecido pela LPVN (BRASIL, 2012b), as APPs do Rio Belém são de 30 m para cada lado do rio a partir da margem no primeiro trecho descrito acima, exceto no entorno do lago represado do Parque São Lourenço, onde a APP passa a ser de 15 m; e de 50 m no segundo trecho (FBDS, 2020). Isso significa que o Setor Especial do Anel de Conservação Sanitário-Ambiental previa uma proteção adicional à LPVN na porção norte da bacia. Entretanto, essa proteção não se concretizou – sem justificativas do poder municipal. Ao avaliar a gestão da drenagem urbana na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, De Lucca (2012) percebeu que muitas das áreas estabelecidas pelo Setor Especial do Anel de Conservação

Sanitário-Ambiental eram ocupadas por residências, e apontou à necessidade de desapropriação com as devidas indenizações.

As atuais iniciativas focam mais na despoluição do que na recuperação do Rio Belém. A Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) lançou, em 2010, o Programa de Revitalização de Rios Urbanos (PRRU) que, apesar do nome, tem o objetivo de reduzir a concentração de matéria orgânica nos rios urbanos, apenas. Essa iniciativa se uniu a outras voltadas à despoluição de rios, como o Programa de Despoluição Ambiental (PDA), iniciado em 1991 pela própria Sanepar e focado na despoluição da Bacia Hidrográfica do Rio Belém, e os Programas de Despoluição Hídrica (PDH) e de Monitoramento da Qualidade de Águas dos Rios (PMQAR), iniciados a partir de 2010 pela Prefeitura Municipal de Curitiba (LARA, 2014).

Mas, finalmente, há sinais de mudança. Lançado no final de 2020, o Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas de Curitiba (PlanClima) propõe “ampliar o volume de retenção distribuído de água de chuva ao longo dos rios principais das bacias hidrográficas priorizando soluções baseadas na natureza” (CURITIBA, 2020a, p. 87) como medida de adaptação às inundações na cidade. Entretanto, a maioria das ações listadas no PlanClima tem previsão de implementação a longo prazo (até 2050), das quais destacam-se:

> Ação 1
> Implementar ações de recuperação, manutenção, conservação, preservação e ampliação das áreas verdes da cidade, visando o aumento do estoque de carbono e a adaptação baseada em ecossistemas.
> Ação 2
> Realizar intervenções em áreas de interesse a fim de promover a permeabilidade, melhora das condições de drenagem, sombreamento e refrescamento natural.
> Ação 3
> Implementar projetos de infraestrutura relacionados ao manejo das águas pluviais baseados nos conceitos de Drenagem Urbana Sustentável e Soluções baseadas na Natureza (CURITIBA, 2020a, p. 90).

Hoje, o Rio Belém segue como o mais poluído da cidade e com diversas ocorrências de inundação, símbolo do fracasso tanto das numerosas medidas de engenharia convencional que tanto modificaram o rio, quanto do planejamento urbano de Curitiba.

Entre 2005 e 2010, 642 ocorrências de inundações foram registradadas pela Defesa Civil de Curitiba para a Bacia Hidrográfica do Rio Belém, 27,28% do total para o município (LOHMANN, 2013). Em pesquisa sobre balanço hídrico, Carvalho (2016)

determinou que, de todo o volume de água precipitada na bacia (1.449 mm/ano), 73,28% (842 mm/ano) são escoados superficialmente. Só no Rio Belém, o escoamento superficial corresponde à 47% da sua vazão. Por isso, a autora destaca o alto risco de inundações no rio e na bacia como um todo. Oliveira (2017), que fez uma simulação de cheias, ressalta a relevância da impermeabilização no aumento do escoamento superficial e na alteração do ciclo hidrológico, além da necessidade da adequação do zoneamento da bacia. Pinheiro e Martin-Vide (2017), em pesquisa sobre a precipitação na Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu, apontam que, para a Bacia do Rio Belém, os riscos de inundação são maiores principalmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro – durante o verão.

Por se tratar de uma bacia hidrográfica contida em um único município, seu planejamento urbano pode parecer menos complexo, mas diversos instrumentos de ordenamento territorial incidem sobre a bacia, entre outros: o Código Florestal Municipal (CURITIBA, 2000a); o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) (CURITIBA, 2012); o Plano Municipal de Saneamento de Curitiba (PMS) (CURITIBA; 2013); o Plano de Manejo da Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu (PARANÁ, 2014); o Plano Diretor (CURITIBA, 2015b); o Plano Diretor de Drenagem (CURITIBA, 2017); a Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo (CURITIBA, 2019); e o Sistema Municipal de Unidades de Conservação de Curitiba (SMUC) (CURITIBA, 2020b).

Para a Bacia Hidrográfica do Rio Belém, destacam-se os princípios III e X do artigo 2° da Lei Municipal nº 15.511, de 10 de outubro de 2019, que dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo no Município de Curitiba e dá outras providências: “III – equilíbrio entre o ambiente natural e o construído” e “X – redução das vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais” (CURITIBA, 2019, p. 1). Somam-se a esses princípios os seguintes objetivos apresentados no artigo 3°:

> I – harmonizar a política de ordenamento do espaço urbano, de meio ambiente e as atividades socioeconômicas;
> II – controlar o uso e ocupação do espaço urbano através de instrumentos que viabilizem a ocupação equilibrada do território;
> III – fomentar a preservação do patrimônio cultural, paisagístico e natural, através de políticas de incentivo adequadas e equilibradas;
> [...]
> V – promover a inclusão social através da localização de habitação de interesse social em regiões com infraestrutura urbana, além da recuperação de áreas degradadas, integrando-as ao espaço urbano;

> VI – promover a qualidade de vida e do ambiente através da promoção de espaços urbanos adequados e funcionais
> [...] (CURITIBA, 2019, p. 1 e 2)

Ainda na Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo (CURITIBA, 2019), seu capítulo IX trata do Setor de Saneamento Ambiental (SESA), conforme segue:

> Art. 156. O Setor de Saneamento Ambiental – SESA é constituído por espaços ao longo dos rios, córregos e arroios, compreendendo as faixas de preservação permanente, faixas de drenagem e áreas contíguas, de acordo com projetos específicos.
>
> Art. 157. O Setor de Saneamento Ambiental – SESA será objeto de legislação específica e possui a finalidade de:
> I – ordenar a ocupação do solo e promover a valorização do suporte natural como elemento estruturante da cidade e sua paisagem urbana;
> II – incentivar o uso adequado dessas áreas e melhorar sua qualidade ambiental;
> III – viabilizar a implantação de políticas e ações estruturais e não estruturais nessas áreas;
> IV – reduzir os impactos ambientais dos alagamentos, enchentes e inundações. (CURITIBA, 2019, p. 30 e 31).

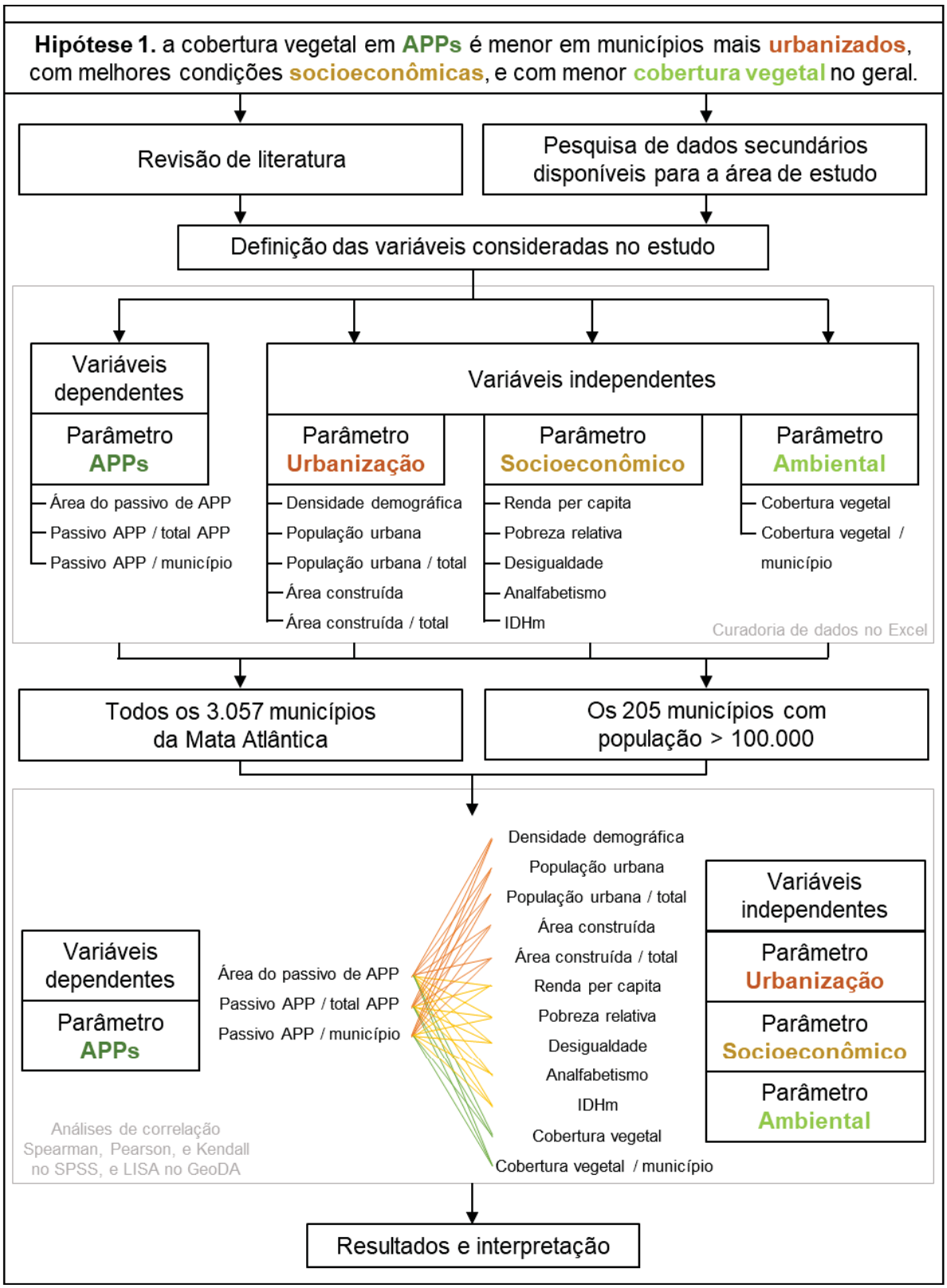
Embora mencionada acima, uma legislação específica para as APPs de Curitiba ainda não foi publicada. Com a revogação do zoneamento anterior pela Lei n° 15.511/2019, e a falta de regulação do novo Setor de Saneamento Ambiental em legislação específica, ainda não é possível saber se será novamente determinada proteção adicional além da LPVN ao Rio Belém e ou aos seus afluentes.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1 APPs e vulnerabilidade a inundações na Mata Atlântica: investigação das 1ª e 2ª hipóteses de pesquisa

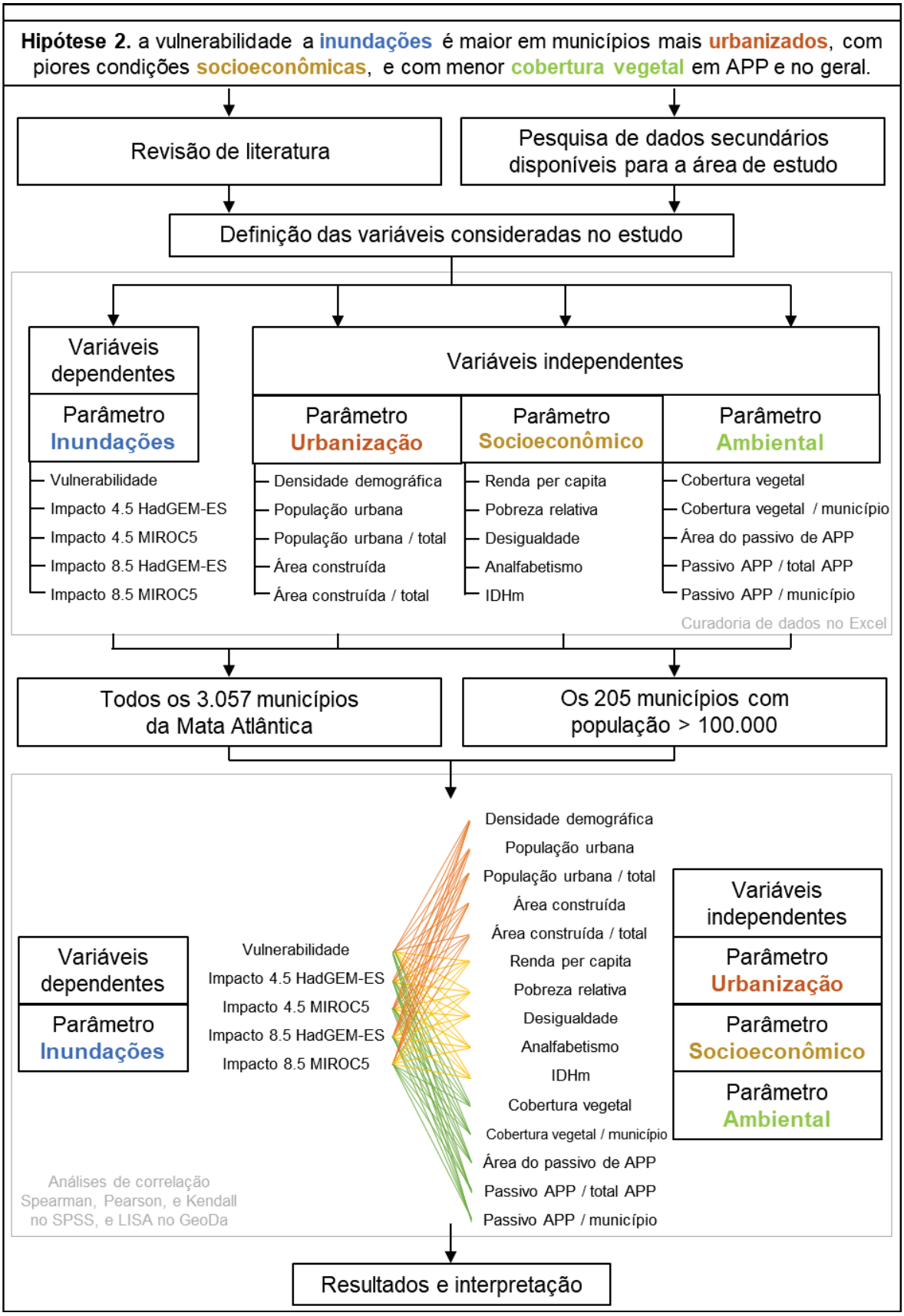
Para estudar a influência da urbanização, de condições socioeconômicas, e de fatores ambientais sobre a cobertura vegetal em APPs e sobre a vulnerabilidade a inundações nos municípios da Mata Atlântica, um método de avaliação quantitativa foi desenvolvido com base em literatura específica e em dados secundários disponíveis, para atender as hipóteses 1 e 2 desta pesquisa (FIGURAS 13 e 14).

FIGURA 13 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO DA HIPÓTESE 1 DESTA PESQUISA



FONTE: A autora (2022).

FIGURA 14 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO DA HIPÓTESE 2 DESTA PESQUISA



FONTE: A autora (2022).

Os municípios da Mata Atlântica foram selecionados como unidades de análise. O software Microsoft Excel 365 foi usado para curadoria e visualização de dados, o IBM SPSS Statistics 25 para análise estatística, e o GeoDa 1.18 para análise de indicadores de associação espacial.

Duas investigações foram conduzidas: primeiramente, tendo a área do passivo em APPs hídricas em valores absolutos e relativos como variáveis dependentes em relação a urbanização, condições socioeconômicas, e fatores ambientais (hipótese 1); e, em segundo lugar, tendo parâmetros de vulnerabilidade a inundações como variáveis dependentes em relação também a urbanização, condições socioeconômicas, e fatores ambientais – incluindo aqui a área do passivo em APPs (hipótese 2).

Para a primeira investigação, foram selecionadas três variáveis dependentes: área do passivo de APP hídrica absoluta (km²), área do passivo de APP relativa à área total da APP (%), e área do passivo de APP relativa à área total do município (%) (QUADRO 4). Todos os dados referentes à APPs são da Fundação Brasileira pelo Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2020), gerados com base em imagens de satélite RapidEye, ano-base 2013, escala 1:10.000, considerando cursos d'água, lagos e lagoas naturais, reservatórios d'água artificiais, nascentes e olhos d'água, conforme estabelecido no art. 4º da LPVN.

As seguintes variáveis independentes que podem influenciar o passivo de APP foram consideradas (QUADRO 4): densidade demográfica (número de habitantes/km²), população urbana absoluta (número de habitantes), população urbana relativa à população total do município (%), área construída absoluta (km²), e área construída relativa à área total do município (%) como parâmetros de **urbanização**; renda média per capita (BRL), proporção de pessoas vulneráveis à pobreza[34] (%), índice de desigualdade de GINI[35], taxa de analfabetismo da população com 18 anos ou mais[36] (%), e índice de desenvolvimento humano municipal (IDHm)[37]

---

[34] Proporção de indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a ½ salário mínimo (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD; Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA; Fundação João Pinheiro – FJP, 2013).

[35] Grau de desigualdade segundo a renda domiciliar per capita, de 0 – quando não há desigualdade e a renda domiciliar per capita de todos os indivíduos tem o mesmo valor, a 1 – quando a desigualdade é máxima, com apenas um indivíduo detendo toda a renda (PNUD; IPEA; FJP, 2013).

[36] Porcentagem da população de 18 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples em relação ao total de pessoas nesta faixa etária (PNUD; IPEA; FJP, 2013).

como parâmetros **socioeconômicos**; e cobertura vegetal absoluta (km²) e relativa em relação a área total do município (%) como parâmetros **ambientais**.

QUADRO 4 – DADOS SECUNDÁRIOS DISPONÍVEIS PARA OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E CONSIDERADOS NA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DESTA PESQUISA

Código	Variável	Unidade de medida	Parâmetro
id1	Identificação do município IBGE	número	-
id2	Nome do município	descritiva	-
id3	Unidade da federação do município	descritiva	-
area	Área total do município	km²	-
areaAPP	Área total de APP no município*	km²	-
pop	População total do município	número de habitantes	-
urb1	Densidade demográfica	hab./km²	Urbanização
urb2	População urbana absoluta	número	Urbanização
urb3	População urbana relativa	%	Urbanização
urb4	Área construída absoluta	km²	Urbanização
urb5	Área construída relativa	%	Urbanização
socec1	Renda média per capita	BRL	Socioeconômico
socec2	Pobreza relativa	%	Socioeconômico
socec3	Índice de desigualdade de GINI	0 igual - 1 desigual	Socioeconômico
socec4	Taxa de analfabetismo ≥18 anos	%	Socioeconômico
socec5	IDHm	0 baixo - 1 alto	Socioeconômico
amb1	Cobertura vegetal absoluta	km²	Ambiental
amb2	Cobertura vegetal relativa	%	Ambiental
app1	Área do passivo de APP absoluta	km²	APP/Ambiental
app2	Passivo de APP relativo à APP total	%	APP/Ambiental
app3	Passivo de APP relativo ao município	%	APP/Ambiental
inund1	Vulnerabilidade a inundações	número	Inundações
inund2	Impacto 2011-2040 RCP 4.5 HadGEM2-ES	0 baixo - 1 alto	Inundações
inund3	Impacto 2011-2040 RCP 4.5 MIROC5	0 baixo - 1 alto	Inundações
inund4	Impacto 2011-2040 RCP 8.5 HadGEM2-ES	0 baixo - 1 alto	Inundações
inund5	Impacto 2011-2040 RCP 8.5 MIROC5	0 baixo - 1 alto	Inundações

FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: APP = área de preservação permanente hídrica; * = de acordo com o estabelecido pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN); BRL = Real brasileiro; IDHm = índice de desenvolvimento humano municipal; RCP = caminhos representativos de concentração.

A densidade demográfica foi calculada com base nos dados do Censo Demográfico (IBGE, 2010) e na área total do município segundo FBDS (2020). Os demais dados de população também são do IBGE (2010). Dados de área construída foram calculados pela FBDS (2020) com base em informações do IBGE (2013).

---

[37] Média geométrica dos índices de Renda, Educação e Longevidade, com pesos iguais entre eles (PNUD; IPEA, FJP, 2013). Renda é obtido a partir da renda per capita, através da fórmula [ln (valor de renda per capita observado) – ln (valor mínimo)] / [ln (valor máximo) – ln (valor mínimo)]. Educação é obtido a partir da média geométrica da frequência de crianças e jovens na escola, com peso de 2/3, junto ao índice de escolaridade da população adulta, com peso de 1/3. Longevidade é obtido a partir da esperança de vida ao nascer, através da fórmula [(valor observado de esperança de vida ao nascer) – (valor mínimo) / [(valor máximo) – (valor mínimo)].

Parâmetros socioeconômicos foram coletados do Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (PNUD, IPEA; FJP, 2013), enquanto os ambientais foram da FBDS (2020).

Na segunda investigação, os parâmetros de APP se juntaram ao demais da primeira investigação como variáveis independentes parte dos parâmetros ambientais, e as variáveis dependentes foram quanto à vulnerabilidade dos municípios da Mata Atlântica a **inundações**, sendo elas: a vulnerabilidade a inundações do Brasil (ANA, 2014), e os impactos das inundações entre 2011-2040, considerando dois cenários de emissão RCP 4.5 e 8.5, e dois modelos climáticos Eta-HadGEM2-ES, Eta-MIROC5 (MMA, 2018c), apresentados no QUADRO 4.

Os dados do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações do Brasil (ANA, 2014), disponíveis em shapefile, formam um índice de vulnerabilidade composto pela frequência de ocorrência de inundações (FIGURA 15A) e pelo grau dos impactos causados pelas inundações em trechos de corpos d'água (FIGURA 15B). A vulnerabilidade foi encontrada qualitativamente a partir do cruzamento das classes de frequência e impacto (FIGURA 16).

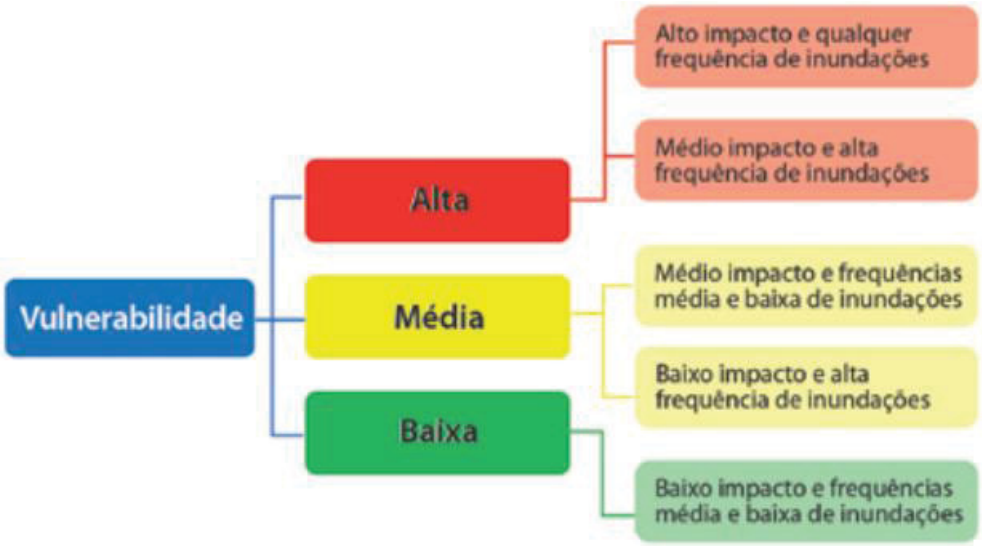
Como os dados do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações do Brasil fizeram essa avaliação por trecho de corpos d'água e não por município, como as demais variáveis consideradas nesta pesquisa, foi necessário combinar as informações para se obter dados municipais. Optou-se então por trabalhar os dados em planilha Excel e atribuir valores às classes de baixa, média e alta vulnerabilidade (baixa = 1, média = 2, e alta = 3). Com isso, foi possível somar os valores de vulnerabilidade de cada trecho de corpo d'água para encontrar um valor de vulnerabilidade único por município. Assim, o índice de vulnerabilidade a inundações variou entre 0 e 69.

FIGURA 15 – CLASSIFICAÇÃO DA FREQUÊNCIA (A) E DO IMPACTO (B) DAS INUNDAÇÕES CONFORME ATLAS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES DO BRASIL



FONTE: ANA (2014).

FIGURA 16 – DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CONFORME ATLAS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES DO BRASIL

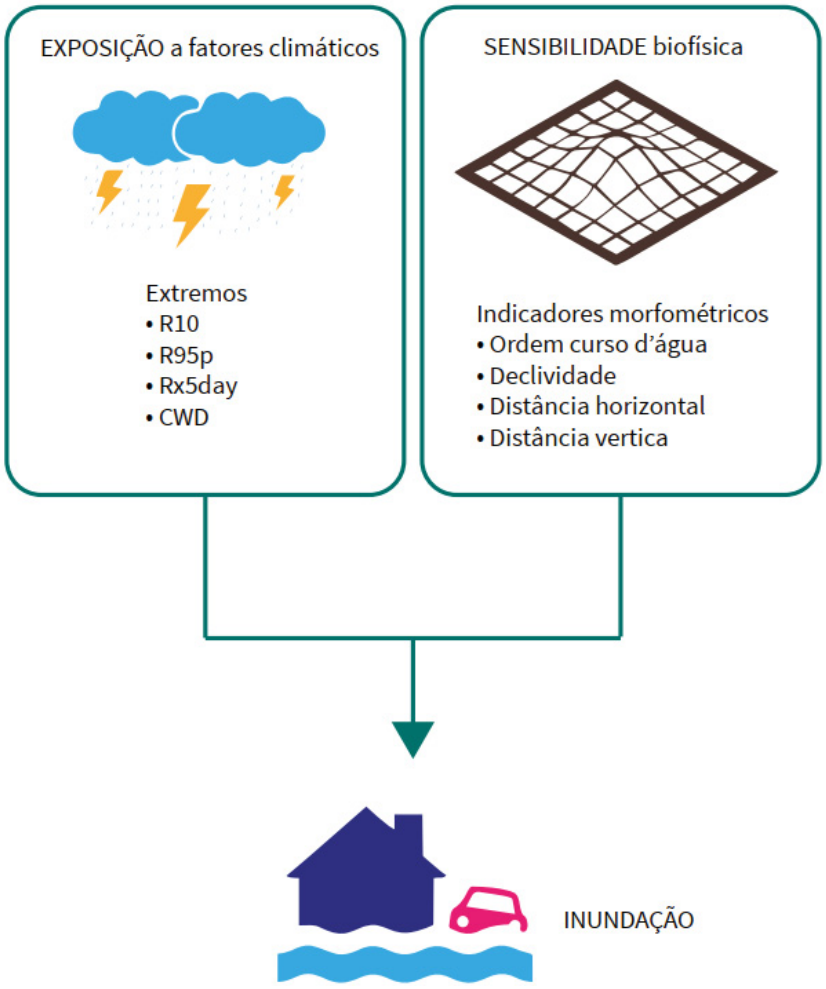


FONTE: ANA (2014).

Os dados sobre os impactos das inundações, por sua vez, foram retirados do estudo sobre os Impactos da Mudança do Clima na Mata Atlântica (MMA, 2018c). Esse estudo considerou os impactos das inundações como a combinação entre fatores de exposição climática e de sensibilidade biofísica (FIGURA 17).

Conforme FIGURA 17, a exposição à fatores climáticos extremos foi composta pelas variáveis: número de dias por ano com precipitação igual ou maior a 10 mm (R10), número de dias em que a precipitação foi igual ou maior à 95% de todos os dias úmidos do ano, com chuvas iguais ou maiores à 1mm (R95p), precipitação máxima anual em 5 dias consecutivos (Rx5day), e número máximo de dias úmidos consecutivos no ano (CWD). Essas variáveis foram combinadas em um índice de exposição com os seguintes pesos: (0,10 x R10) + (0,70 x R95p) + (0,10 x Rx5day) + (0,10 x CWD), conforme proposto por Camarinha (2016). Já o índice de sensibilidade a inundações foi construído com base nas variáveis ordem dos cursos d'água, declividade, e distâncias horizontal e vertical, combinadas com pesos iguais (0,25 cada). Os índices de exposição e de sensibilidade compuseram o impacto a inundações, considerando pesos iguais para cada um (0,50). As informações usadas neste estudo estão disponíveis espacializadas em formato raster. Elas foram transformadas em shapefile e associadas a cada município da Mata Atlântica usando o software QGIS versão 3.14.16 por meio do valor médio dos pixels de cada município, para depois serem passadas para planilha Excel.

FIGURA 17 – ESQUEMA DA COMPOSIÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES DO ESTUDO SOBRE IMPACTOS DA MUDANÇA DO CLIMA NA MATA ATLÂNTICA



FONTE: MMA (2018c).

Todas essas variáveis foram selecionadas para representar urbanização, condições socioeconômicas, fatores ambientais e de vulnerabilidade a inundações com base na literatura científica citada até aqui. Tanto valores absolutos quanto relativos foram considerados para ajudar a distinguir realidades distintas, uma vez que os municípios da Mata Atlântica diferem muito entre si.

Dois grupos de dados foram considerados para a análise estatística: o primeiro incluindo todos os 3.057 municípios da Mata Atlântica, conforme apresentado na caracterização da área de estudo; o segundo considerando apenas os municípios com população acima de 100.000 habitantes, o que caracteriza uma cidade grande (IBGE, 2020), reunindo 205 municípios. Essa separação foi feita para investigar se os resultados são diferentes quando consideradas cidades maiores e, espera-se, mais urbanizadas (VIEZZER; BIONDI, 2021).

Todos os dados foram analisados no SPSS por meio de uma análise estatística descritiva, contendo seus valores mínimos, máximos, médias e desvios padrão. Um teste t foi performado para identificar diferenças estatísticas entre os conjuntos de dados de todos os municípios da Mata Atlântica e aqueles com população acima de 100.000 habitantes, considerando um intervalo de confiança de 95% e com probabilidade de significância (valor-p) com erro permitido abaixo de 5% (valor-p < valor-α 0,05). Mapas graduados com a distribuição espacial de todas as variáveis foram elaborados no QGIS com classes de igual contagem para a visualização da dispersão dos dados. Correlações paramétricas e não-paramétricas bivariadas foram aplicadas para cada par de variáveis possível, por meio dos coeficientes de correlação de Pearson, Spearman e Kendall (equações 1, 2, e 3, respectivamente), considerados métodos estatísticos robustos e eficientes (CROUX; DEHON, 2010). Análises de correlação são usadas para medir a associação entre duas variáveis e investigar possíveis conexões entre elas, com resultados que variam entre -1 e +1 (KOZAK, 2009), conforme TABELA 3.

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}} \quad (1)$$

onde:

r_{xy} = Coeficiente de Pearson;

n = tamanho da amostra;

x_i e y_i = pontos individuais das variáveis x e y, respectivamente;

$\bar{x}$ e $\bar{y}$ = médias das variáveis x e y.

$$r_s = 1 - 6 * \frac{\sum d_i^2}{n(n^2-1)} \quad (2)$$

onde:

r_s = Coeficiente de Spearman;

d_i = diferença entre o ranking de dois parâmetros;

n = número de alternativas.

$$\tau = \frac{[(\text{concordante}) - (\text{discordante})]}{0.5 * n * (n-1)} \quad (3)$$

onde:

τ = Coeficiente de Kendall;

concordante = número de pares concordantes;

discordante = número de pares discordantes;

n = número de pares.

TABELA 3 – INTERPRETAÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO

Significado da correlação	Valor da correlação
Muito forte inversa	-1,00 – < -0,70
Forte inversa	-0,70 – < -0,50
Fraca inversa	-0,50 – < -0,20
Não-importante	-0,20 – 0,20
Fraca positiva	> 0,20 – 0,50
Forte positiva	> 0,50 – 0,70
Muito forte positiva	> 0,70 – 1,00

FONTE: A autora (2022), adaptado de Kozak (2009).

Foram consideradas correlações significativas aquelas com probabilidade de significância (valor-p) com erro abaixo de 5% (valor-p < valor-α 0,05) (CLIFF, ORD, 1981).

Após as análises de correlação de Pearson, Spearman, e Kendall, uma análise exploratória de dados espaciais (no original, *exploratory spatial data analysis* – ESDA) foi realizada adicionalmente, possibilitando identificar a presença de padrões espaciais de correlação por meio de uma análise bivariada de indicadores de associação espacial (*local indicators of spatial association* – LISA) (ANSELIN, 1995).

Para isso, o shapefile dos municípios da Mata Atlântica foi aberto no software GeoDa. As tabelas Excel com todos os dados das variáveis estudadas foram transformadas em valores separados por vírgula (.csv) e atribuídas aos shapefiles. Mapas para a visualização de todas as variáveis utilizadas foram elaborados considerando as classes de percentil < 1%; 1% - 10%; 10% - 50%; 50% - 90%; 90% - 99%; > 99%. O mesmo não foi realizado para o grupo dos municípios com população acima dos 100.000 habitantes devido a sua distribuição dispersa pelo bioma.

Uma matriz de pesos espaciais foi construída através do critério de proximidade considerando a distância euclidiana entre os centroides dos municípios da Mata Atlântica (TYSZLER, 2006; ARANTES et al., 2021). A matriz de pesos permite a realização da LISA por meio da análise local bivariada de Moran I (ANSELIN, 1995; ANSELIN; REY, 2014). Segundo Anselin (2019), a análise local bivariada de Moran I

investiga a relação entre o valor x_i de uma variável x no local i, e a média dos valores vizinhos de outra variável y, ou sua defasagem espacial representada por $\sum_j w_{ij} y_j$, calculada através da equação 4, permitindo assim identificar clusters espaciais de associação entre as variáveis estudadas.

$$I_i^B = c.x_i \sum_j w_{ij} y_i \quad (4)$$

onde:

I^B_i = coeficiente local bivariado de Moran I;

c = constante;

x_i = valor da variável x no local i;

w_{ij} = elemento correspondente da matriz de pesos espaciais;

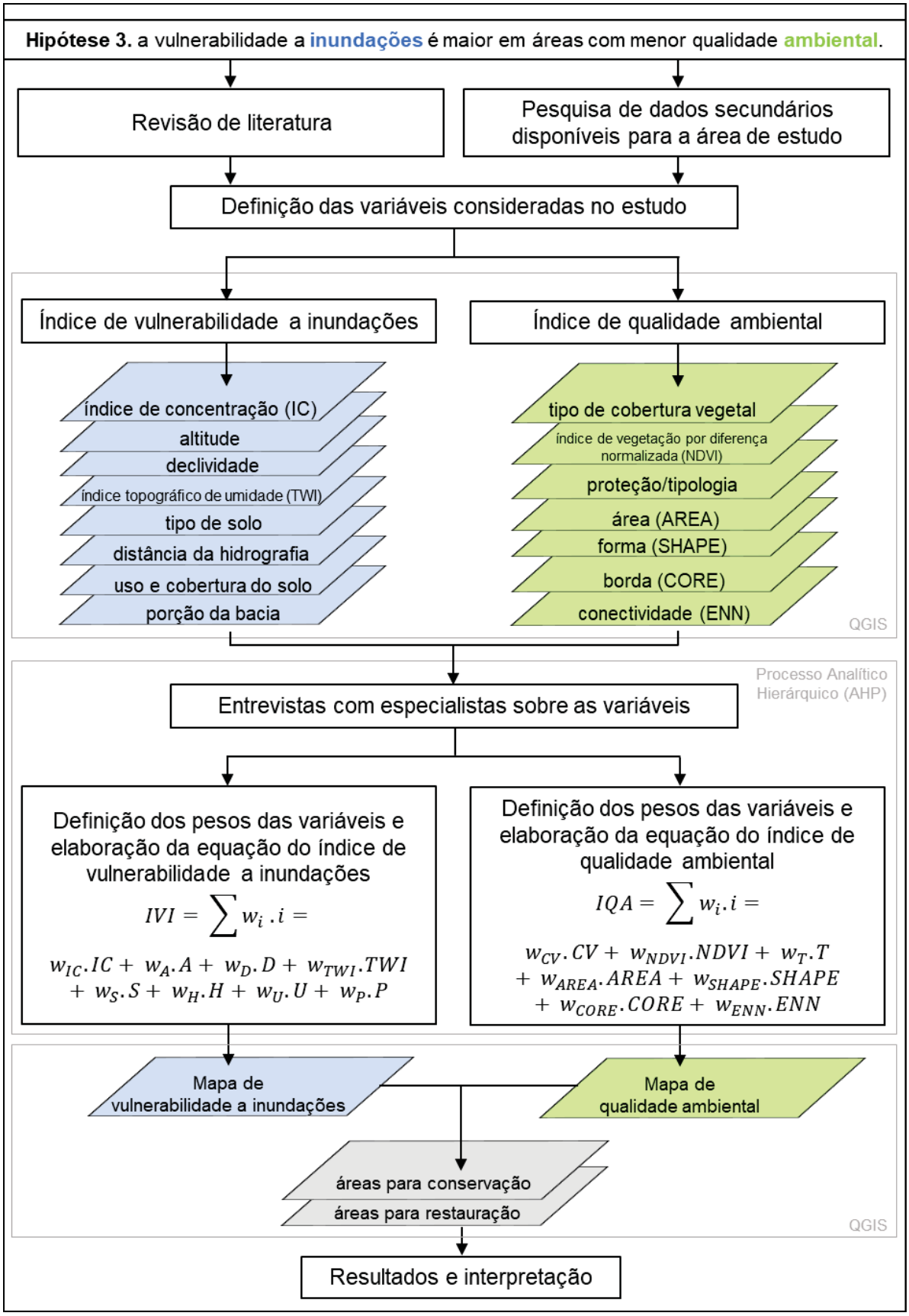
y_i = valor da variável y no local i.

Aqui também valores-p menores a 0,05 foram considerados estatisticamente significativos (CLIFF, ORD, 1981). Como resultado da análise são apresentados mapas de correlação com as seguintes classes: altos valores da variável dependente cercados por altos valores da variável independente (classe Alta-Alta); baixos valores da variável dependente cercados por baixos valores da variável independente (classe Baixa-Baixa); baixos valores da variável dependente cercados por altos valores da variável independente (classe Baixa-Alta); e altos valores da variável dependente cercado por baixos valores da variável independente (classe Alta-Baixa). Logo, as classes Alta-Alta e Baixa-Baixa representam correlações positivas, enquanto as classes Baixa-Alta e Alta-Baixa indicam correlações negativas ou inversas.

3.2.2 Vulnerabilidade a inundações e qualidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR: investigação da 3ª hipótese de pesquisa

Para avaliar a vulnerabilidade a inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, em Curitiba, PR, e para a investigar a sua relação com a qualidade ambiental (conforme hipótese 3 desta pesquisa), optou-se por realizar uma análise multicritérios para a elaboração de dois índices: um índice de vulnerabilidade a inundações e um índice de qualidade ambiental (FIGURA 18).

FIGURA 18 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO DA HIPÓTESE 3 DESTA PESQUISA



FONTE: A autora (2022).

Para Tang et al. (2018), Kanani-Sadat et al. (2019), e Veról et al. (2019), o uso de ferramentas multicritério e de SIG para construir índices é útil em processos complexos de tomada de decisão. Esses índices geralmente buscam realizar avaliações iniciais e caracterizações que deem base ao planejamento ou gestão, e não uma avaliação de impacto real. Esta é uma característica comum a todos os índices – não avaliam o efeito real, mas dão uma indicação da situação.

Para a elaboração do índice de vulnerabilidade a inundações, foram selecionados os seguintes critérios: índice de concentração de chuvas (IC), altitude, declividade, índice topográfico de umidade (TWI), tipo de solo, distância da hidrografia, uso e cobertura do solo, e porção da bacia – critérios amplamente usados nesse tipo de avaliação, conforme Ouma e Taiteshi (2014), Kazakis et al. (2015), Tehrany et al. (2015), Bathrellos et al. (2016), Chapi et al. (2017), Gigovic et al. (2017), Bressiani et al. (2018), Khosravi et al. (2018), Shafizadeh-Moghadam et al. (2018), Tang et al. (2018), Jati et al. (2019), Kanani-Sadat et al. (2019), Khosravi et al. (2019), Vojtek e Vojteková (2019), e Viezzer et al. (2022).

Pontos históricos de ocorrência de inundações não foram considerados devido a lacunas nos registros da defesa civil. Nenhuma modelagem hidrológica-hidráulica foi realizada neste estudo.

Já para a elaboração do índice de qualidade ambiental foram considerados: tipo de cobertura vegetal, índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), tipo de proteção ou tipologia de área verde, e as métricas da paisagem área do remanescente de vegetação (AREA), forma do remanescente de vegetação (SHAPE), efeito da borda do remanescente de vegetação (CORE), e conectividade entre remanescentes de vegetação (ENN) – critérios considerados em estudos como Meneses-Tovar (2011); Frank et al. (2012); Baró et al. (2015); Yang et al. (2015); Miller e Brewer (2018); Uuemaa et al (2019); Moreno et al. (2020); e Reis et al. (2020).

A seleção desses critérios foi baseada em sua relevância para a vulnerabilidade a inundações e a qualidade ambiental como documentado em literatura específica e considerando os dados disponíveis para a área de estudo. Os dados de entrada de cada critério foram processados em ambiente do Sistema de Informações Geográficas (SIG) por meio do QGIS 3.14.16. Cada critério foi visualizado em mapas temáticos independentes. A seguir, é apresentado como cada critério para elaboração dos índices foi trabalhado.

3.2.2.1 Índice de Concentração de chuvas (IC)

O Índice de Concentração de chuvas (IC) foi o primeiro critério considerado na análise de vulnerabilidade da Bacia Hidrográfica do Rio Belém, por se tratar de um vetor meteorológico e climático das inundações. Esse índice é utilizado para compreender as variações das precipitações em uma área, representando quanto maior o IC, maior o potencial de ocorrência de inundações.

Nesta pesquisa, o IC foi calculado conforme proposto por Martin-Vide (2004) e aplicado por Benhamrouche et al. (2015) e Back, Sônego e Pereira (2020), a partir de dados de precipitação coletados por 11 estações meteorológicas da Rede Observacional para Monitoramento de Riscos de Desastres Naturais do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais[38] (CEMADEN, 2021) e do Instituto Nacional de Meteorologia[39] (INMET, 2021), apresentadas no QUADRO 5.

QUADRO 5 – ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE CURITIBA, PR, BRASIL CONSIDERADAS NESTE ESTUDO

Estações meteorológicas	Fonte	Início dos registros
Atuba	CEMADEN	01/08/2015
Boa Vista	CEMADEN	01/08/2015
Butiatuvinha (CEI Raul Wallemberg)	CEMADEN	01/08/2015
Cachoeira (CEI Romário Martins)	CEMADEN	01/08/2015
Curitiba	INMET	17/03/2003
Novo Mundo (Escola Municipal M. Clara B. Tesserolli)	CEMADEN	01/08/2015
Pilarzinho	CEMADEN	01/08/2015
Santa Felicidade	CEMADEN	01/08/2015
São Braz	CEMADEN	01/08/2015
Umbará	CEMADEN	01/08/2015
Vista Alegre	CEMADEN	01/08/2015

FONTE: A autora (2022), adaptado de CEMADEN (2021) e INMET (2021).

LEGENDA: entre parênteses estão nomes antigos para as mesmas estações.

A localização das 11 estações meteorológicas consideradas nesta pesquisa está apresentada na FIGURA 19. Como apenas duas estações meteorológicas de Curitiba encontram-se na Bacia do Rio Belém (Curitiba/INMET e Novo Mundo/CEMADEN), outras estações do município foram incluídas para dar mais robustez à análise. Todos os dados de precipitação das estações meteorológicas

---

[38] Disponíveis em: https://cemaden.gov.br.
[39] Disponíveis em: https://portal.inmet.gov.br.

foram corrigidos para UTM-3 para caracterizar um dia (entre 00h e 23h59min59s) no horário local, e agrupados por dia.

FIGURA 19 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DO CEMADEN E DO INMET NO MUNICÍPIO DE CURITIBA, PR, BRASIL UTILIZADAS PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO (IC) DE CHUVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM



FONTE: A autora (2022), com base nos dados de CEMADEN (2021) e INMET (2021).

Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, estudos a partir de dados meteorológicos e climáticos observacionais geralmente consideram um período de 30 anos como linha de base (OMM, 2021). Porém, não foram encontrados dados de precipitação para Curitiba para 30 anos, com a maioria das estações meteorológicas da cidade iniciando seus registros a partir do segundo semestre de 2015.

Além disso, há também lacunas nos registros para todas as estações do CEMADEN entre às 22h do dia 30/06/2016 e às 10h do dia 06/07/2016; para a estação

Atuba entre às 04h de 14/12/2018 e às 13h de 04/09/2019; para a estação Novo Mundo entre às 13h de 27/04/2018 e 03h de 02/06/2018, e entre às 13h de 13/06/2020 até a data de corte de 31/01/2021 às 23h; e para a estação Pilarzinho entre às 19h de 08/11/2016 e às 18h de 05/03/2018.

O CEMADEN também tem uma estação meteorológica chamada CIC, mas com registros de precipitação apenas entre os dias às 21h de 30/06/2017 e às 8h de 16/10/2017, e entre às 02h de 01/01/2018 e às 20h de 31/03/2018, ainda assim com diversas lacunas entre as datas de registro. Essa estação foi desconsiderada nesta pesquisa devido ao baixo número de dias registrados.

A estação Curitiba do INMET possui os seguintes registros: de 17/03/2003 a 07/06/2003; de 13/06/2006 a 20/05/2007 (com lacunas nas datas de 02/04/2006; 17/04/2006; 06/05/2006; 13 e 14/05/2006; 22 e 23/05/2006; e 08 e 09/05/2007); de 18/06/2007 a 25/03/2008 (com lacunas em 14 e 15/11/2007); de 17/04/2008 a 19/07/2014 (com lacunas em 24/07/2009; 16/07/2010; 05/08/2010; e 24/07/2013); e de 09/10/2014 até a data de corte de 31/01/2021 (com lacuna em 22/08/2020). Devido às interrupções nos registros dos dados e à comparação com as demais estações meteorológicas, optou-se por usar dados do INMET apenas no período considerado também para os dados do CEMADEN, a partir de 01 de agosto de 2015 até 31 de janeiro de 2021, totalizando 5 anos e 6 meses de registros.

O método utilizado para o cálculo do IC de cada estação meteorológica pode ser visualizado a partir do exemplo da estação Atuba com o apoio da TABELA 4. As tabelas das demais estações estão apresentadas no APÊNDICE 2.

TABELA 4 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA ATUBA (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

Estação meteorológica Atuba 01/08/2015 – 31/01/2021							
1ª C	2ª C	3ª C	4ª C	5ª C	6ª C	7ª C	8ª C
Classe de P (mm)	**Mediana**	**Ni**	**∑Ni**	**Pi**	**∑Pi**	**∑Ni(%)=X**	**∑Pi(%)=Y**
0.1-0.9	0.5	223	223	111.5	111.5	30.4229	1.6771
1.0-1.9	1.5	74	297	111.0	222.5	40.5184	3.3466
2.0-2.9	2.5	36	333	90.0	312.5	45.4297	4.7003
3.0-3.9	3.5	35	368	122.5	435.0	50.2046	6.5428
4.0-4.9	4.5	26	394	117.0	552.0	53.7517	8.3026

Continua...

Estação meteorológica Atuba 01/08/2015 – 31/01/2021							
1ª C	2ª C	3ª C	4ª C	5ª C	6ª C	7ª C	8ª C
Classe de P (mm)	**Mediana**	**Ni**	**∑Ni**	**Pi**	**∑Pi**	**∑Ni(%)=X**	**∑Pi(%)=Y**
5.0-5.9	5.5	33	427	181.5	733.5	58.2538	11.0326
6.0-6.9	6.5	20	447	130.0	863.5	60.9823	12.9879
7.0-7.9	7.5	20	467	150.0	1013.5	63.7108	15.2440
8.0-8.9	8.5	17	484	144.5	1158.0	66.0300	17.4175
9.0-9.9	9.5	11	495	104.5	1262.5	67.5307	18.9892
10.0-10.9	10.5	22	517	231.0	1493.5	70.5321	22.4637
11.0-11.9	11.5	21	538	241.5	1735.0	73.3970	26.0961
12.0-12.9	12.5	18	556	225.0	1960.0	75.8527	29.4803
13.0-13.9	13.5	12	568	162.0	2122.0	77.4898	31.9170
14.0-14.9	14.5	9	577	130.5	2252.5	78.7176	33.8798
15.0-15.9	15.5	10	587	155.0	2407.5	80.0819	36.2112
16.0-16.9	16.5	14	601	231.0	2638.5	81.9918	39.6856
17.0-17.9	17.5	7	608	122.5	2761.0	82.9468	41.5282
18.0-18.9	18.5	9	617	166.5	2927.5	84.1746	44.0325
19.0-19.9	19.5	9	626	175.5	3103.0	85.4025	46.6722
20.0-20.9	20.5	9	635	184.5	3287.5	86.6303	49.4472
21.0-21.9	21.5	12	647	258.0	3545.5	88.2674	53.3278
22.0-22.9	22.5	6	653	135.0	3680.5	89.0859	55.3584
23.0-23.9	23.5	5	658	117.5	3798.0	89.7681	57.1257
24.0-24.9	24.5	7	665	171.5	3969.5	90.7231	59.7052
25.0-25.9	25.5	4	669	102.0	4071.5	91.2688	61.2394
26.0-26.9	26.5	3	672	79.5	4151.0	91.6780	62.4351
27.0-27.9	27.5	3	675	82.5	4233.5	92.0873	63.6760
28.0-28.9	28.5	2	677	57.0	4290.5	92.3602	64.5334
29.0-29.9	29.5	6	683	177.0	4467.5	93.1787	67.1956
30.0-30.9	30.5	4	687	122.0	4589.5	93.7244	69.0306
31.0-31.9	31.5	4	691	126.0	4715.5	94.2701	70.9258
32.0-32.9	32.5	3	694	97.5	4813.0	94.6794	72.3923
33.0-33.9	33.5	4	698	134.0	4947.0	95.2251	74.4078
34.0-34.9	34.5	3	701	103.5	5050.5	95.6344	75.9645
35.0-35.9	35.5	1	702	35.5	5086.0	95.7708	76.4985
36.0-36.9	36.5	2	704	73.0	5159.0	96.0437	77.5965
37.0-37.9	37.5	1	705	37.5	5196.5	96.1801	78.1605
38.0-38.9	38.5	1	706	38.5	5235.0	96.3165	78.7396
39.0-39.9	39.5	4	710	158.0	5393.0	96.8622	81.1160
40.0-40.9	40.5	2	712	81.0	5474.0	97.1351	82.3344
42.0-42.9	42.5	2	714	85.0	5559.0	97.4079	83.6128
43.0-43.9	43.5	3	717	130.5	5689.5	97.8172	85.5757
44.0-44.9	44.5	2	719	89.0	5778.5	98.0900	86.9143
45.0-45.9	45.5	2	721	91.0	5869.5	98.3629	88.2831
46.0-46.9	46.5	1	722	46.5	5916.0	98.4993	88.9825
47.0-47.9	47.5	1	723	47.5	5963.5	98.6357	89.6969
52.0-52.9	52.5	1	724	52.5	6016.0	98.7722	90.4866
56.0-56.9	56.5	1	725	56.5	6072.5	98.9086	91.3364

Continua...

Estação meteorológica Atuba 01/08/2015 – 31/01/2021							
1ª C	2ª C	3ª C	4ª C	5ª C	6ª C	7ª C	8ª C
Classe de P (mm)	**Mediana**	**Ni**	**∑Ni**	**Pi**	**∑Pi**	**∑Ni(%)=X**	**∑Pi(%)=Y**
58.0-58.9	58.5	2	727	117.0	6189.5	99.1814	93.0962
60.0-60.9	60.5	1	728	60.5	6250.0	99.3179	94.0062
64.0-64.9	64.5	1	729	64.5	6314.5	99.4543	94.9763
70.0-70.9	70.5	1	730	70.5	6385.0	99.5907	96.0367
87.0-87.9	87.5	2	732	175.0	6560.0	99.8636	98.6689
88.0-88.9	88.5	1	733	88.5	6648.5	100.0000	100.0000
SOMA		**733**		**6648.5**			

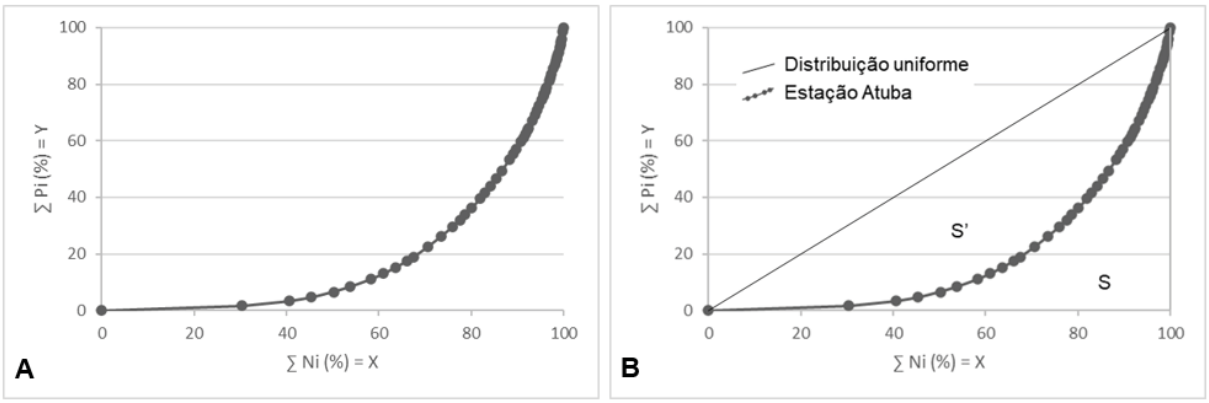
FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: C = coluna; P = precipitação; Ni = número de dias; ∑Ni = número de dias acumulado; Pi = quantidade de precipitação; ∑Pi = quantidade de precipitação acumulada; ∑Ni(%)=X = número de dias acumulado relativo; e ∑Pi(%)=Y = quantidade de precipitação acumulada relativa.

A primeira coluna da tabela é elaborada a partir da amplitude de precipitação, em mm, para a estação meteorológica determinada, dividida em classes de 1 mm (de 0,1 a 0,9 mm; de 1,0 a 1,9 mm; de 2,0 a 2,9 mm; e assim sucessivamente). A segunda coluna mostra a mediana de cada classe de precipitação (0,5; 1,5; 2,5; ...). Na terceira coluna, chamada *Ni*, deve-se colocar o número de dias em que se choveu a quantidade de precipitação de cada classe (no exemplo, 223 dias tiveram precipitação entre 0.1 e 0.9 mm na estação Atuba). Na quarta coluna, ∑*Ni*, é apresentado o número de dias acumulado (223 dias tiveram chuvas entre 0,1 e 0,9 mm, e 74 dias tiveram chuvas entre 1,0 e 1,9 mm, então para o acumulado entre 0,1 e 1,9 mm, somam-se os dias das duas classes, chegando a 297). A quinta coluna, *Pi*, mostra a quantidade de precipitação, calculada multiplicando-se a segunda coluna *Mediana* e a terceira coluna *Ni* (a multiplicação entre a *Mediana* 0,5 e o *Ni* 223, gerou um *Pi* de 111,5). Na sexta coluna, ∑*Pi*, é apresentada a quantidade de precipitação acumulada (a classe entre 0,1 e 0,9 mm reuniu 111,5 mm de precipitação, e a classe entre 1,0 e 1,9 mm reuniu 111,0 mm, então para o acumulado entre 0,1 e 1,9 mm, somam-se a precipitação das duas classes, chegando a 222,5 mm). Por fim, as sétima e oitava colunas, ∑*Ni(%)=X* e ∑*Pi(%)=Y*, mostram as quarta e sexta colunas, ∑*Ni* e ∑*Pi*, em valores relativos (%) ao número total de dias de chuva e a quantidade total de precipitação, respectivamente (os 223 dias em que choveu entre 0,1 e 0,9 mm representam 30,42% dos 733 dias de chuva totais, e os 111,5 mm acumulados nos dias em que choveu entre 0,1 e 0,9 mm representam 1,68% do total de 6.648,5 mm precipitados totais). Isso significa que choveu 0,9 mm ou menos em 30,42% dos dias avaliados, o que representa apenas 1,68% do total de precipitação.

A FIGURA 20A mostra a curva de precipitação normalizada da estação Atuba, representação gráfica dos resultados apresentados na TABELA 4. As figuras para os resultados das demais estações meteorológicas então no APÊNDICE 3. A FIGURA 20B apresenta informações gráficas para o cálculo do IC com base no exemplo da estação Atuba.

FIGURA 20 – GRÁFICO DA CURVA DE PRECIPITAÇÃO NORMALIZADA, A PARTIR DO NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO (X) PELA QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA (Y), NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA ATUBA (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021 (A); E GRÁFICO EXPLICATIVO PARA CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO (IC) DE CHUVAS COM BASE NO RESULTADO DA ESTAÇÃO ATUBA (B)



FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: ∑Ni(%)=X = número de dias acumulado relativo; ∑Pi(%)=Y = quantidade de precipitação acumulada relativa; S' = porção do triângulo de área 100 x 100 / 2 = 5.000 ocupada entre a reta de distribuição uniforme e a curva da estação Atuba; S = porção do triângulo de área 100 x 100 / 2 = 5.000 para fora da delimitação da curva da estação Atuba.

A curva de precipitação normalizada pode ser representada pela equação 5, que usa coeficientes obtidos pelas equações 6 e 7 (MARTIN-VIDE, 2004).

$$Y = a\,X\,e^{b\,x} \tag{5}$$

onde:

Y = quantidade de precipitação acumulada relativa;

X = número de dias acumulado relativo;

e = base do logaritmo neperiano;

x = 100, representando a linha de distribuição uniforme;

a e b = coeficientes obtidos pelas equações 6 e 7.

$$a = e\ (\frac{\sum X_i^2\ \sum \ln Y_i + \sum X_i\ \sum X_i\ \ln X_i - \sum X_i^2 \sum \ln X_i - \sum X_i \sum X_i \ln Y_i}{N\ \sum X_i^2 - (\sum X_i)^{\ 2}}) \quad (6)$$

$$b = \frac{N\ \sum X_i \ln Y_i + \sum X_i\ \sum \ln X_i - N \sum X_i \ln X_i - \sum X_i\ \sum \ln Y_i}{N\ \sum X_i^2 - (\sum X_i)^{\ 2}} \quad (7)$$

onde:

a e b = coeficientes da curva de precipitação normalizada;

e = base do logaritmo neperiano;

X = número de dias acumulado relativo;

Y = quantidade de precipitação acumulada relativa;

N = número total de classes de precipitação de 1 mm (conforme primeira coluna da TABELA 4).

Os coeficientes a e b também podem ser usados para se calcular as áreas S e S' apresentadas na FIGURA 20B, a partir da área total do triângulo formado pela linha que representa uma distribuição uniforme de precipitação (equações 8 e 9).

$$S = \left[\frac{a}{b}\ e^{\,b\,x}\ \left(x - \frac{1}{b}\right)\right]_0^{100} \quad (8)$$

$$S' = \ 5000 - S \quad (9)$$

onde:

S = área do triângulo de área 100 x 100 / 2 = 5.000 para fora da delimitação da curva de precipitação;

a e b = coeficientes da curva de precipitação normalizada;

e = base do logaritmo neperiano;

x = 100, representando a linha de distribuição uniforme de precipitação;

S' = área do triângulo de área 100 x 100 / 2 = 5.000 ocupada entre linha de distribuição uniforme e a curva de precipitação.

Com isso, o IC é determinado pela equação 10 (MARTIN-VIDE, 2004).

$$IC = S'/5000 \quad (10)$$

onde:

IC = Índice de Concentração de chuvas;

S’ = área ocupada entre linha de distribuição uniforme e curva de precipitação.

Por fim, a interpretação do IC é realizada conforme QUADRO 6.

QUADRO 6 – INTERPRETAÇÃO DO CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO (IC) DE CHUVAS

IC	Classificação	Interpretação
< 0,5000	Baixa concentração	Baixa vulnerabilidade a inundações
0,5000 – 0,5999	Média concentração	Média vulnerabilidade a inundações
0,6000 – 0,6999	Alta concentração	Alta vulnerabilidade a inundações
≥ 0,7000	Muito alta concentração	Muito alta vulnerabilidade a inundações

FONTE: A autora (2022), adaptado de MARTIN-VIDE (2004); BENHAMROUCHE ET AL. (2015); e BACK, SÔNEGO E PEREIRA (2020).

Após calculado o IC para cada estação meteorológica, uma superfície de pontos foi criada em ambiente SIG no QGIS usando o plugin *Numerical Digitize* que permite a criação de pontos usando coordenadas geográficas. Cada ponto representou uma estação meteorológica com seu determinado IC associado. A partir disso, uma interpolação espacial dos dados foi realizada para gerar uma superfície estatística comumente usada em mapas de variáveis climáticas, por meio do método IDW de ponderação pelo inverso da distância. O método de interpolação IDW se baseia no inverso das distâncias e considera que, quanto mais próximo estiver um ponto do outro, maior deverá ser a correlação entre os seus valores (OLIVEIRA, 2017). Assim, um raster foi gerado com as informações do índice de concentração de chuvas na área de estudo.

3.2.2.2 Outras variáveis que influenciam a ocorrência de inundações

Além do IC, dados de altitude, declividade, TWI, tipo de solo, distância da hidrografia, uso e cobertura do solo, e porção da bacia foram levantados e ou calculados para a área de estudo. Dados de altitude e declividade foram coletados a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado no Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil pelo Projeto Topodata, em formato raster (INPE, 2011).

Para o cálculo do índice topográfico de umidade (TWI), usou-se a altitude e a declividade do MDE, transformadas para radianos. Com base na altitude, foi calculada a área de contribuição do declive por meio da área de captação disponível no Sistema de Análises Geocientíficas Automatizado (SAGA) do QGIS. Assim, a equação do TWI (equação 11) pôde ser aplicada na calculadora raster do software (BEVEN; KIRKBY, 1979; SORENSEN et al., 2006). O TWI é um parâmetro geomorfológico usado para avaliar quantitativamente o escoamento de água em estudos de inundações (POURGHASEMI et al., 2012).

$$TWI = \ln(\frac{A_s}{\tan B}) \quad (11)$$

onde:

A_s = área de contribuição do declive;

B = declividade do terreno (expressa em radianos).

As informações sobre tipo de solo foram disponibilizadas pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC, 2019) via requisição enviada por e-mail[40], e as informações sobre tipo de uso e cobertura do solo foram acessadas pelo site do então Instituto das Águas do Paraná, atual Instituto Água e Terra (IAT) (PARANÁ, 2019).

Para a distância dos corpos d'água, dados de hidrografia em shapefile foram coletados da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2020) e buffers foram delimitados para as distâncias 30, 50, 100, 200 e 500 metros, com base na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) (BRASIL, 2012b).

Por fim, para considerar a porção da bacia, o shapefile contendo a hidrografia da área de estudo foi analisado manualmente junto a imagens LANDSAT-8 (INPE, 2021), além de idas a campo, e identificados quanto ao enterramento ou não dos corpos d'água. Os trechos foram também classificados em à montante, ao centro, e à jusante em relação ao principal rio da bacia, o Rio Belém, considerando "centro" o trecho enterrado do Rio Belém que vai da Av. Cândido de Abreu até o cruzamento entre a Av. Presidente Affonso Camargo e o Viaduto Colorado.

---

[40] ippuc@ippuc.org.br

3.2.2.3 Variáveis que influenciam a qualidade ambiental

A primeira variável considerada para o índice de qualidade ambiental foi o tipo de cobertura vegetal, a partir dos dados já coletados sobre uso e cobertura do solo da área de estudo (PARANÁ, 2019). A cobertura vegetal foi classificada em três classes: campo, arbustiva e arbórea.

A segunda variável, o NDVI, é amplamente usada para determinar a presença de cobertura vegetal, sendo que quanto maior o NDVI, maior a qualidade da vegetação, além de ser considerado um importante elemento relacionado a inundações, pois menores NDVIs demonstram áreas mais vulneráveis a inundações (KHOSRAVI et al., 2016; KIM et al., 2017; KANADI-SADAT et al, 2019). No geral, o NDVI pode ser interpretado de -1 a 0 como superfície de água, de 0 a 0,2 como não-vegetação (por exemplo, solo exposto ou áreas urbanizadas), e de 0,2 a 1 como vegetação (ALEX et al., 2017; AKBAR et al., 2019; HASHIM et al., 2019; USGS, 2021).

Para o cálculo do NDVI, foi usada uma imagem de satélite LANDSAT-8 OLI do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) disponibilizada pelo INPE (2021), considerando a órbita 220, ponto 078, datada de 13 de outubro de 2020. O NDVI foi calculado usando as bandas 4 (vermelho) e 5 (infravermelho próximo), conforme equação 12 (KHOSRAVI et al., 2016; KANADI-SADAT et al., 2019).

$$NDVI = \frac{(banda\ 5 - banda\ 4)}{(banda\ 5 + banda\ 4)} \quad (12)$$

onde:

NVDI = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada;
banda 5 = infravermelho próximo;
banda 4 = vermelho.

A tipologia de área verde e sua categoria de proteção foram determinadas a partir de dados em shapefile do IPPUC (2020b). As informações foram agrupadas em Reservas Particulares do Patrimônio Natural Municipal (RPPNM); parques e bosques (o que inclui ainda Bosques da Conservação da Biodiversidade Urbana – BCBU, o Passeio Público e o Jardim Botânico); praças e jardins (inclusive tipologias similares como eixos de animação, jardins ambientais, jardinetes, largos, núcleos ambientais e recantos); e outras (que no caso da área de estudo são centros esportivos), de acordo

com o Sistema Municipal de Unidades de Conservação de Curitiba, Lei Municipal n° 15.744, de 27 de outubro de 2020 (CURITIBA, 2020b).

Esse agrupamento se deu pelo tipo de uso e de proteção da vegetação dado pela tipologia de área verde. RPPNMs, no geral, possuem 70% ou mais de sua área total coberta por bosque nativo relevante, ou ainda 80% ou mais de sua área total dentro de APP (CURITIBA, 2015a). Além disso, RPPNMs são gravadas com perpetuidade e só podem ser usadas para pesquisa científica e visitação controlada prevista em Plano de Manejo (CURITIBA, 2015a). Por isso, entende-se que as RPPNMs são a tipologia de área verde mais protegida, mesmo que sejam consideradas unidades de conservação de uso sustentável (CURITIBA, 2020b). Em segundo lugar, ficam parques e bosques. Unidades de proteção integral, parques e bosques são voltados a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos e contam com áreas de remanescentes de vegetação nativa, porém combinadas a áreas, na maioria das vezes predominantes, de uso público e lazer (CURITIBA, 2020b). Já praças e jardins são considerados áreas verdes de lazer destinadas ao uso público, embora também sejam consideradas unidades de proteção integral (CURITIBA, 2020b). Ocupam áreas menores que parques e bosques, e com menor cobertura vegetal (VIEZZER et al., 2012). Existem outras tipologias de áreas verdes consideradas pelo IPPUC (2020b), mas não foram encontradas legislações específicas a essas tipologias, como o caso dos centros esportivos e, por isso, foram consideradas como “outras”.

Para o cálculo das métricas da paisagem, apenas a cobertura vegetal arbórea foi considerada, tendo como base os dados de uso e cobertura do solo da área de estudo. O software Fragstats 4.2. foi utilizado para o cálculo das métricas área (AREA), forma (SHAPE), borda (CORE), e conectividade (ENN).

Segundo McGarigal (2015), AREA é a área em hectares de cada fragmento de vegetação calculada pela equação 13. SHAPE, por sua vez, é o perímetro do fragmento em metros dividido pela raiz quadrada da área do fragmento em metros quadrados, ajustada por uma constante conforme equação 14. Essa métrica mede a complexidade da forma do fragmento quando comparada a uma forma regular de mesmo tamanho. CORE representa a área em hectares que existe dentro do fragmento, excluindo-se uma distância específica a partir da borda do fragmento para retirar o efeito de borda (equação 15). Aqui, foi considerada a distância de 50 m, como geralmente empregado para Floresta Ombrófila Mista, ecossistema original

predominante da área de estudo (VIDOLIN et al., 2011). Por fim, ENN é a distância euclidiana do vizinho mais próximo, usada para representar o isolamento ou a conectividade entre fragmentos. É a distância em metros até o fragmento mais próximo, calculado pela equação 16.

$$AREA = a_{ij}\left(\frac{1}{10.000}\right) \quad (13)$$

onde:

a_{ij} = a área em m² do fragmento ij.

O valor da AREA é > 0.

$$SHAPE = \frac{0{,}25 \cdot p_{ij}}{\sqrt[2]{a_{ij}}} \quad (14)$$

onde:

p_{ij} = perímetro em m do fragmento ij;

a_{ij} = área em m² do fragmento ij.

O valor de SHAPE é ≥ 1, sendo quanto mais próximo de 1, mais regular é o fragmento.

$$CORE = a_{ij}^{c}\left(\frac{1}{10.000}\right) \quad (15)$$

onde:

a_{ij}^{c} = área do núcleo do fragmento ij com base em uma largura de borda específica em m.

O valor de CORE é ≥ 0, sendo 0 quando todo o fragmento sofre efeito de borda.

$$ENN = h_{ij} \quad (16)$$

onde:

hij = distância em m do fragmento ij até o fragmento mais próximo.

O valor de ENN é > 0, sendo quanto próximo de 0, menor a distância entre fragmentos.

3.2.2.4 Processo Analítico Hierárquico (AHP)

As equações dos índices de vulnerabilidade a inundações e de qualidade ambiental foram elaboradas tendo em conta as variáveis selecionadas para cada grupo, conforme equações 17 e 18.

$$IVI = \sum w_i \,.\, i = \quad (17)$$
$$w_{IC} \,.\, IC + w_A \,.\, A + w_D \,.\, D + w_{TWI} \,.\, TWI + w_S \,.\, S + w_H \,.\, H + w_U \,.\, U + w_P \,.\, P$$

onde:

IVI = índice de vulnerabilidade a inundações;
w_i = peso da variável i;
i = variável considerada, conforme segue:
IC = índice de concentração de chuvas;
A = altitude;
D = declividade;
TWI = índice topográfico de umidade;
S = tipo de solo;
H = distância da hidrografia;
U = tipo de uso e cobertura do solo;
P = porção da bacia.

$$IQA = \sum w_i \,.\, i = w_{CV} \,.\, CV + w_{NDVI} \,.\, NDVI + w_T \,.\, T + \quad (18)$$
$$w_{AREA} \,.\, AREA + w_{SHAPE} \,.\, SHAPE + w_{CORE} \,.\, CORE + w_{ENN} \,.\, ENN$$

onde:

IQA = índice de qualidade ambiental;
w_i = peso da variável i;
i = variável considerada, conforme segue:
CV = tipo de cobertura vegetal;
NDVI = índice de vegetação por diferença normalizada;
T = tipologia de área verde;
AREA = área do remanescente de vegetação;
SHAPE = forma do remanescente;

CORE = efeito de borda do remanescente;

ENN = conectividade entre remanescentes.

Todas as variáveis foram convertidas em raster no QGIS e divididas em cinco classes de mesmo tamanho de acordo com a sua amplitude considerando (valor máximo – valor mínimo) / 5 classes (KAZAKIS et al., 2015; KANANI-SADAT et al., 2019). As exceções são o tipo de solo, dividido em 3 classes conforme capacidade de infiltração da água apresentada no QUADRO 2 da seção 2, e o tipo de cobertura vegetal, também divido nas 3 classes existentes. Além disso, a variável porção da bacia contou com subclasses para representar a condição dos rios. Para cada classe foi atribuído um valor de 1 a 5 – onde 1 representa menor vulnerabilidade a inundação ou menor qualidade ambiental e 5 representa maior vulnerabilidade a inundação ou maior qualidade ambiental, conforme apresentado no QUADRO 7.

QUADRO 7 – VARIÁVEIS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES E DE QUALIDADE AMBIENTAL

Variáveis	Explicação	Relação		Classes
Índice de Concentração de Chuvas (IC)	A concentração de chuva influencia a quantidade de água e a ocorrência de inundação	↓ IC : ↓ inundação	1:	0,6378 - 0,6435
			2:	0,6435 - 0,6491
			3:	0,6491 - 0,6548
			4:	0,6548 - 0,6604
		↑ IC : ↑ inundação	5:	0,6604 - 0,6661
Altitude	A altitude influencia a direção e a profundidade do nível de água	↑ altitude : ↓ inundação	1:	1.016,33 - 986,87 m
			2:	986,87 - 957,40 m
			3:	957,40 - 927,94 m
			4:	927,94 - 898,47 m
		↓ altitude : ↑ inundação	5:	898,47 - 869,01 m
Declividade	A declividade influencia a velocidade e a duração do fluxo de água	↑ declividade : ↓ inundação	1:	33,63 - 26,95%
			2:	26,95 - 20,27%
			3:	20,27 - 13,58%
			4:	13,58 - 06,90%
		↓ declividade : ↑ inundação	5:	06,90 - 00,22%
Índice topográfico de umidade (TWI)	O TWI influencia o acúmulo de água	↓ TWI : ↓ inundação	1:	7,9765 - 10,3633
			2:	10,3633 - 12,7501
			3:	12,7501 - 15,1368
			4:	15,1368 - 17,5236
		↑ TWI : ↑ inundação	5:	17,5236 - 19,9104
Tipo de solo	O tipo de solo influencia a infiltração da água e o escoamento superficial	↑ capacidade de infiltração : ↓ inundação	1:	Latossolos
			3:	Argissolos/Cambissolos
		↓ capacidade de infiltração : ↑ inundação	5:	Hidromórficos
Distância da hidrografia	A distância da hidrografia influencia diretamente o transbordamento	Mais longe da hidrografia : ↓ inundação	1:	200 - 500 m
			2:	100 - 200 m
			3:	50 - 100 m
		Mais perto da hidrografia : ↑ inundação	4:	30 - 50 m
			5:	< 30 m

Continua...

Variáveis	Explicação	Relação	Classes	
Uso e cobertura do solo	O uso e cobertura do solo influencia a impermeabilidade, a infiltração e o escoamento superficial	↑ permeabilidade: ↓ inundação ↑ impermeabilidade : ↑ inundação	1: 2: 3: 4: 5:	Ocupação urbana baixa Ocupação urbana média Ocupação urbana alta Ocupação industrial Água e áreas alagadas
Condição dos rios e porção da bacia	A condição dos rios indica se estão enterrados e a porção da bacia mostra a direção para onde a água corre	À montante: ↓ inundação Enterrados: ↓ inundação À jusante: ↑ inundação Abertos: ↑ inundação	0,5: 1: 2,5: 3: 4,5: 5:	À montante (enterrado) À montante (aberto) Ao centro (enterrado) Ao centro (aberto) À jusante (enterrado) À jusante (aberto)
Tipo de cobertura vegetal	O tipo de cobertura vegetal influencia a qualidade ambiental	↓ cobertura : ↓ qualidade ↑ cobertura : ↑ qualidade	1: 3: 5:	Campo Arbustiva Arbórea
Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)	O NDVI mostra os lugares com cobertura vegetal com mais qualidade	↓ NDVI : ↓ qualidade ↑ NDVI : ↑ qualidade	1: 2: 3: 4: 5:	-0,1336 - -0,0044 -0,0044 - 0,1248 0,1248 - 0,2541 0,2541 - 0,3833 0,3833 - 0,5125
Tipologia da área verde	A tipologia influencia a proteção e os tipos de usos das áreas	↓ proteção e ↑ usos : ↓ qualidade ↑ proteção e ↓ usos : ↑ qualidade	1: 3: 4: 5:	Outras áreas verdes Praças e jardins Parques e bosques RPPNMs
Área do remanescente (AREA)	A área do remanescente influencia a provisão de serviços ecossistêmicos	↓ AREA : ↓ qualidade ↑ AREA : ↑ qualidade	1: 2: 3: 4: 5:	100 - 52.840 m 52.840 - 105.580 m 105.580 - 158.320 m 158.320 - 211.060 m 211.060 - 263.800 m
Forma do remanescente (SHAPE)	A forma do remanescente influencia a ocorrência de espécies	↑ SHAPE : ↓ qualidade ↓ SHAPE : ↑ qualidade	1: 2: 3: 4: 5:	5,330 - 4,464 4,464 - 3,598 3,598 - 2,732 2,732 - 1,866 1,866 - 1,000
Borda do remanescente (CORE)	A borda do remanescente influencia a exposição a perturbações externas	↓ CORE : ↓ qualidade ↑ CORE : ↑ qualidade	1: 2: 3: 4: 5:	0,000 - 1,332 1,332 - 2,664 2,664 - 3,996 3,996 - 5,328 5,328 - 6,660
Conectividade entre remanescentes (ENN)	A conectividade influencia o fluxo de espécies entre remanescentes	↑ ENN : ↓ qualidade ↓ ENN : ↑ qualidade	1: 2: 3: 4: 5:	1.562,37 - 1.253,90 m 1.253,90 - 945,42 m 945,42 - 636,95 m 636,95 - 328,47 m 328,47 - 20,00 m

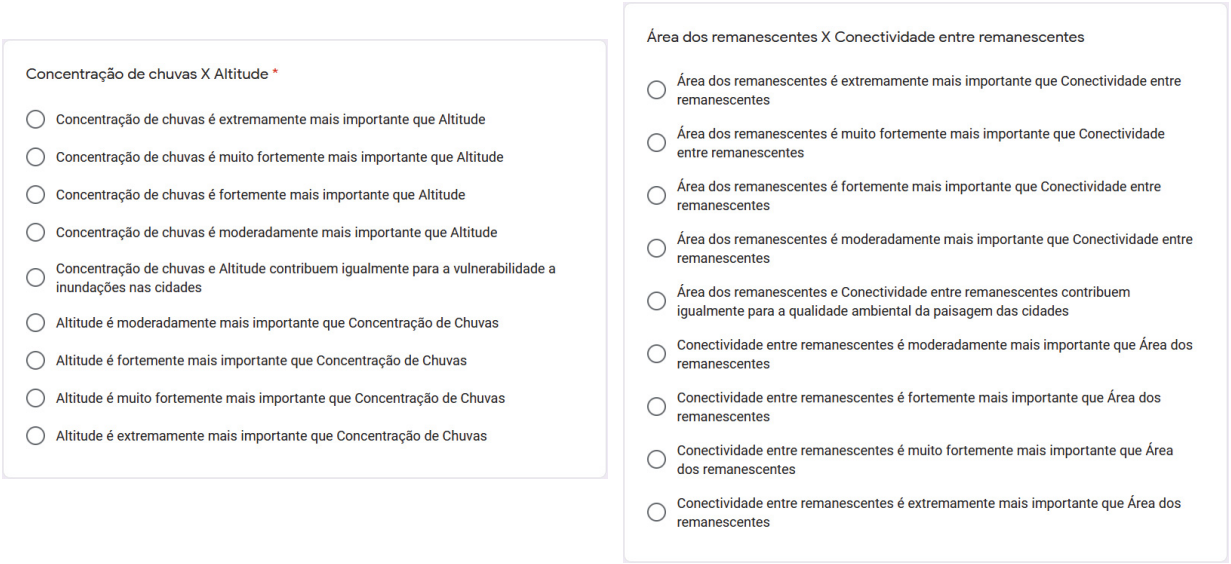
FONTE: A autora (2022).

Os pesos de cada variável nas equações de vulnerabilidade a inundações e de qualidade ambiental foram determinados por meio do Processo Analítico Hierárquico (no original, *Analytic Hierarchy Process* – AHP). O AHP é um método de tomada de decisão multicritério amplamente usado em diferentes contextos (BRITO;

EVERS, 2016; KANANI-SADAT et al., 2019), inclusive em avaliações de vulnerabilidade a inundações (CHANDIO et al., 2013; STEFANIDIS; STATHIS, 2013; OUMA; TATEISHI, 2014; KAZAKIS et al., 2015; GIGOVIĆ et al., 2017) e em análises da paisagem (CHANDIO et al., 2011; WU et al., 2019a; MORANDI et al., 2020; REN et al., 2020). É considerado um método objetivo, preciso e acessível (ZOU et al., 2013; KAZAKIS et al., 2015; GIGOVIC et al., 2017; KANANI-SADAT et al., 2019).

Oito especialistas em bacias hidrográficas e ou inundações e oito especialistas em análise da paisagem urbana foram consultados. Foram considerados especialistas os profissionais que atuam como gestores, pesquisadores e ou professores nos temas. As consultas aos especialistas foram realizadas com o apoio de um questionário elaborado no Google Forms. Cada especialista julgou a importância comparativa entre dois pares de variáveis para a vulnerabilidade a inundações ou para a qualidade ambiental, no exemplo da FIGURA 21.

FIGURA 21 – EXEMPLO DO QUESTIONÁRIO NO GOOGLE FORM USADO COMO BASE PARA A CONSULTA AOS ESPECIALISTAS



FONTE: A autora (2022).

A avaliação de cada um dos especialistas foi transformada em uma matriz de comparação entre os pares de variáveis, com valores atribuídos conforme QUADRO 8. Os valores de cada linha da matriz caracterizam a importância entre a variável da linha em relação à variável da coluna (KAZAKIS et al., 2015; MU; PEREYRA-ROJAS, 2017).

QUADRO 8 – ESCALA DE COMPARAÇÃO DO AHP

Valor	Importância comparativa	Explicação
1	Igualmente importante	Ambas variáveis contribuem igualmente para a ocorrência de inundações ou para a qualidade ambiental
3	Moderadamente importante	Uma variável é moderadamente mais importante que a outra
5	Fortemente importante	Uma variável é fortemente mais importante que a outra
7	Muito fortemente importante	Uma variável é muito fortemente mais importante que a outra
9	Extremamente importante	Uma variável é extremamente mais importante que a outra

FONTE: A autora (2022), adaptado de SAATY (2008).

As matrizes foram combinadas em uma só por meio da média geométrica dos especialistas, conforme estabelecido por Mu e Pereyra-Rojas (2017). O método AHP foi aplicado de acordo com Saaty (2008), Gigović et al. (2017), Mu and Pereyra-Rojas (2017), and Vojtek and Vojteková (2019), e é apresentado nas TABELAS 5 e 6, chegando-se às equações 19 e 20. A partir da matriz consolidada dos especialistas, os valores são normalizados. Para isso, divide-se o valor da matriz consolidada pela soma das colunas. Desta forma, os valores normalizados ficarão dentro de uma escala de 0 a 1. Para encontrar o peso de cada critério, faz-se a média de cada linha. Esses valores podem ser apresentados como partes de 1 inteiro ou de 100 (porcentagem). Aqui, escolheu-se considerar porcentagem. As avaliações individuais de cada especialista estão disponíveis no APÊNDICE 4.

TABELA 5 – AHP PARA A VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES

Variável	Média geométrica dos valores comparativos dados pelos especialistas							
	IC	A	D	TWI	S	H	U	P
IC	1,0000	5,5388	0,9904	2,0978	1,7155	1,1117	0,5193	1,7338
A	0,1805	1,0000	0,1984	0,4072	0,2906	0,3227	0,1273	0,4721
D	1,0097	5,0406	1,0000	2,3547	1,9891	1,2359	0,7435	2,8173
TWI	0,4767	2,4558	0,4247	1,0000	0,9885	0,7060	0,2476	1,5596
S	0,5829	3,4416	0,5028	1,1117	1,0000	0,6280	0,3473	3,0989
H	0,8995	3,0989	0,8091	1,4164	1,5923	1,0000	0,5958	3,7895
U	1,9256	7,8532	1,3451	4,0394	2,8794	1,6785	1,0000	6,8525
P	0,5768	2,1190	0,3549	0,6412	0,3227	0,2639	0,1459	1,0000

Var.	Valores normalizados								Média	Peso
	IC	A	D	TWI	S	H	U	P		
IC	0,1503	0,1813	0,1761	0,1605	0,1605	0,1600	0,1394	0,0813	0,1512	15,1179
A	0,0217	0,0327	0,0353	0,0312	0,0272	0,0465	0,0342	0,0221	0,0320	3,2031
D	0,1518	0,1650	0,1778	0,1802	0,1861	0,1779	0,1995	0,1321	0,1713	17,1296
TWI	0,0717	0,0804	0,0755	0,0765	0,0842	0,1016	0,0664	0,0731	0,0787	7,8679
S	0,0876	0,1127	0,0894	0,0851	0,0936	0,0904	0,0932	0,1453	0,0997	9,9653
H	0,1352	0,1014	0,1438	0,1084	0,1490	0,1440	0,1599	0,1777	0,1399	13,9924
U	0,2895	0,2571	0,2391	0,3091	0,2694	0,2416	0,2683	0,3214	0,2744	27,4433
P	0,0867	0,0693	0,0631	0,0491	0,0302	0,0380	0,0392	0,0469	0,0528	5,2805

FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: IC = índice de concentração de chuvas; A = altitude; D = declividade, TWI = índice topográfico de umidade; S = tipo de solo; H = distância da hidrografia; U = tipo de uso e cobertura do solo; P = porção da bacia; Var. = variável.

TABELA 6 – AHP PARA A QUALIDADE AMBIENTAL

Variável	Média geométrica dos valores comparativos dados pelos especialistas						
	CV	**NVDI**	**T**	**AREA**	**SHAPE**	**CORE**	**ENN**
CV	1,0000	1,2228	0,7754	0,7598	1,5939	0,9904	0,3984
NDVI	0,8178	1,0000	0,8529	0,3857	1,1583	1,0097	0,3258
T	1,2897	1,1725	1,0000	1,0000	1,3726	2,7013	0,4111
AREA	1,3162	2,5927	1,0000	1,0000	1,3595	1,9275	0,8439
SHAPE	0,6274	0,8633	0,7285	0,7356	1,0000	0,9784	0,4076
CORE	1,0097	0,9904	0,3702	0,5188	1,0220	1,0000	0,2300
ENN	2,5099	3,0692	2,4323	1,1850	2,4533	4,3473	1,0000

Var.	Valores normalizados							Média	Peso
	CV	**NVDI**	**T**	**AREA**	**SHAPE**	**CORE**	**ENN**		
CV	0,1167	0,1121	0,1083	0,1361	0,1600	0,0765	0,1102	0,1171	11,7108
NDVI	0,0954	0,0917	0,1191	0,0691	0,1163	0,0779	0,0901	0,0942	9,4225
T	0,1505	0,1075	0,1397	0,1791	0,1378	0,2085	0,1137	0,1481	14,8096
AREA	0,1536	0,2376	0,1397	0,1791	0,1365	0,1488	0,2333	0,1755	17,5502
SHAPE	0,0732	0,0791	0,1018	0,1317	0,1004	0,0755	0,1127	0,0963	9,6347
CORE	0,1178	0,0908	0,0517	0,0929	0,1026	0,0772	0,0636	0,0852	8,5227
ENN	0,2929	0,2813	0,3397	0,2122	0,2463	0,3356	0,2765	0,2835	28,3494

FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: CV = tipo de cobertura vegetal; NDVI = índice de vegetação por diferença normalizada; T = tipologia de área verde; AREA = área dos remanescentes; SHAPE = forma dos remanescentes; CORE = borda dos remanescentes; ENN = conectividade entre remanescentes; Var. = variável.

$$IVI = 15{,}1179\,.\,IC + 3{,}2031\,.\,A + 17{,}1296\,.\,D + 7{,}8679\,.\,TWI + 9{,}9653\,.\,S + 13{,}9924\,.\,H + 27{,}4433\,.\,U + 5{,}2805\,.\,P \quad (19)$$

onde:

IVI = índice de vulnerabilidade a inundações;

IC = índice de concentração de chuvas;

A = altitude;

D = declividade;

TWI = índice topográfico de umidade;

S = tipo de solo;

H = distância da hidrografia;

U = tipo de uso e cobertura do solo;

P = porção da bacia.

$$IQA = 11{,}7108\,.\,CV + 9{,}4225\,.\,NDVI + 14{,}8096\,.\,T + 17{,}5502\,.\,AREA + 9{,}6347\,.\,SHAPE + 8{,}5227\,.\,CORE + 28{,}3494\,.\,ENN \quad (20)$$

onde:

IQA = índice de qualidade ambiental;

CV = tipo de cobertura vegetal;

NDVI = índice de vegetação por diferença normalizada;

T = tipologia de área verde;

AREA = área do remanescente de vegetação;

SHAPE = forma do remanescente;

CORE = efeito de borda do remanescente;

ENN = conectividade entre remanescentes.

Para checar a confiabilidade dos pesos gerados pelo AHP, uma razão de consistência foi calculada através da equação 21 (STEFANIDIS; STATHIS, 2013; KAZAKIS et al., 2015; GIGOVIC et al., 2017; MU; PEREYRA-ROJAS, 2017). Para checar as discordâncias entre as comparações entre pares e a confiabilidade dos pesos obtidos, a razão de consistência deve ser menor que 0,1 (MU; PEREYRA-ROJAS, 2017).

$$CR = \frac{\frac{\lambda_{max} - n}{n-1}}{RI} \quad (21)$$

onde:

CR = razão de consistência;

λ_{max} = autovalor máximo da matriz de comparação;

n = número de variáveis;

RI = índice aleatório tabelado que representa a consistência de uma matriz de comparação de pares gerada aleatoriamente, dependendo do número de critérios.

Para os valores do AHP das variáveis de vulnerabilidade a inundações (TABELA 5), λ_{max} = 8,1496 e n = 8. O índice aleatório para oito variáveis é RI = 1,41

(MU; PEREYRA-ROJAS, 2017). Aplicando a equação 21, calcula-se o CR = 0,0152. Como o CR é menor que 0,1, a consistência dos pesos foi confirmada.

Da mesma forma, para os valores do AHP das variáveis de qualidade ambiental (TABELA 6), λ_{max} = 7,1494 e n = 7. O índice aleatório para sete variáveis é RI = 1,32 (MU; PEREYRA-ROJAS, 2017). Aplicando a equação 21, calcula-se o CR = 0,0189. Como o CR é menor que 0,1, aqui também a consistência dos pesos foi confirmada.

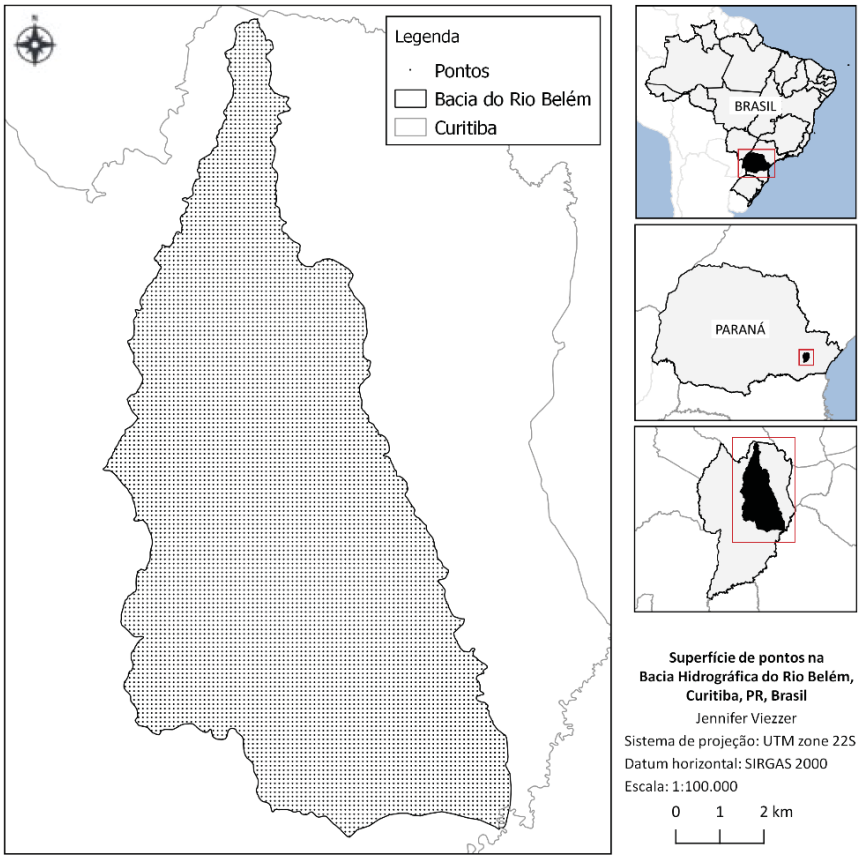
3.2.2.5 Análise estatística

Com base nas equações 19 e 20, mapas de vulnerabilidade a inundações e de qualidade ambiental foram elaborados e divididos em cinco classes considerando a amplitude dos resultados encontrados: muito baixa, baixa, moderada, alta, muito alta.

Correlações bivariadas das variáveis e dos índices de vulnerabilidade a inundações e de qualidade ambiental foram realizadas no SPSS considerando os coeficientes de Pearson, Spearman e Kendall e o método já apresentados na subseção 3.2.1. Para isso, uma superfície de pontos regulares a cada 100 m foi criada no QGIS sobre a área de estudo, totalizando 8.530 pontos (FIGURA 22). Coordenadas geográficas foram determinadas para cada ponto. Assim, uma planilha de dados pôde ser elaborada adicionando os valores dos rasters de cada variável e índice para cada ponto criado por meio da ferramenta de amostragem de pontos.

Os resultados encontrados por cada índice foram, então, comparados entre si. Áreas prioritárias para conservação e para restauração foram determinadas combinando as informações do índice de qualidade ambiental e do índice de vulnerabilidade a inundações junto aos dados do mapeamento da cobertura vegetal em APP realizado pela FBDS (2020), mostrando a existência ou o déficit desta cobertura. As APP com cobertura vegetal em áreas de alta ou muito alta qualidade ambiental foram consideradas prioritárias para conservação, enquanto as APP sem cobertura vegetal em áreas de alta ou muito alta vulnerabilidade a inundações foram consideradas prioritárias para restauração.

FIGURA 22 – SUPERFÍCIE DE PONTOS GERADA COMO APOIO A ELABORAÇÃO DE PLANILHA DE DADOS PARA A ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS E ÍNDICES ESTUDADOS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL



FONTE: A autora (2022).

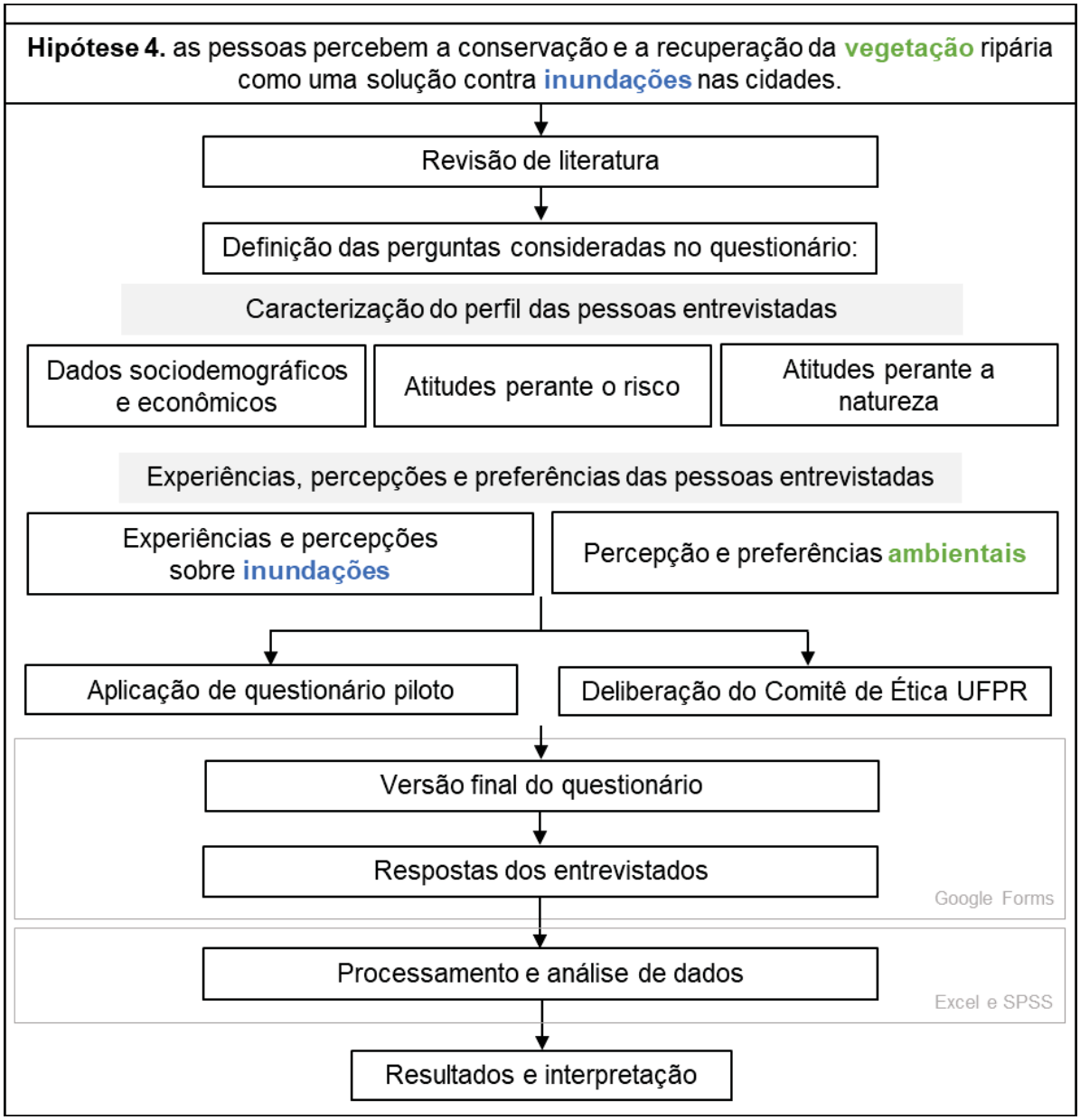
3.2.3 Percepção da população da Mata Atlântica: investigação da 4ª hipótese de pesquisa

Para conhecer experiências, percepções e preferências da população da Mata Atlântica em relação a vulnerabilidade a inundações e à cobertura vegetal em APPs, um questionário online foi desenvolvido, conforme método apresentado na FIGURA 23. Questionários são uma técnica de levantamento de dados confiável para investigar a percepção ambiental relacionada a fenômenos de desastres naturais, como as inundações, e para conseguir informações da opinião pública e atitudes frente a esses temas (ALQAHTANY; ABUBAKAR, 2020).

O questionário desenvolvido foi composto pelo Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (APÊNDICE 5) e por 35 perguntas (FIGURA 25, ao fim desta seção), divididas em cinco partes, sendo três referentes à caracterização do perfil dos entrevistados e duas referentes às suas experiências, percepções e preferências. A caracterização do perfil dos entrevistados contou com as seções: dados sociodemográficos e econômicos, atitudes perante o risco, e relação com a natureza.

Já as demais seções referem-se a experiências e percepções sobre inundações, e percepções e preferências ambientais (hipótese 4 desta pesquisa).

FIGURA 23 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO DA HIPÓTESE 4 DESTA PESQUISA



FONTE: A autora (2022).

A caracterização das atitudes dos respondentes perante o risco baseou-se na Teoria Cultural de Douglas e Wildavsky (1982) e sua aplicação na percepção de risco realizada por Dake (1991) e por Oltedal et al. (2004), e adaptada aqui especificamente para inundações. Já as perguntas sobre as atitudes perante a natureza basearam-se nas afirmações propostas por Nisbet e Zelenski (2013).

Das oito afirmações sobre atitudes perante o risco, duas demonstram uma visão de mundo hierárquica (governos e autoridades se responsabilizam pela segurança das pessoas quando ocorrem inundações; novas tecnologias vão resolver os problemas decorrentes das inundações), duas uma visão de mundo individualista (às vezes o poder público deve priorizar mais a economia do que a segurança das pessoas; existem muitas leis e regulamentos sobre meio ambiente, é impossível seguir tudo), duas uma visão de mundo igualitária (é papel dos governos garantir que as pessoas tenham boas condições de vida; diminuir a desigualdade social faria com que as pessoas fossem menos afetadas por inundações), e duas uma visão de mundo fatalista (eu não consigo influenciar políticas públicas que protejam as pessoas de inundações; cooperar com os outros não é importante durante uma situação de inundação).

Ambas atitudes perante o risco e relação com a natureza apresentavam alternativas de uma escala Likert de cinco pontos (LIKERT, 1932), habitualmente usada em questionários. As respostas possíveis são valoradas da seguinte forma: concordo totalmente = 5, concordo em partes = 4, não concordo nem discordo = 3, discordo em partes = 2, e discordo totalmente = 1. Desta forma, para as atitudes perante o risco a média para cada visão de mundo (hierárquica, individualista, igualitária e fatalista) foi determinada para cada respondente, caracterizando a sua visão de mundo predominante (aquela com maior valor). Já para as seis afirmações sobre a relação com a natureza, a média de todas as respostas foi calculada para indicar a proximidade do respondente com a natureza, sendo 1 a menor relação com a natureza e 5 a maior relação com a natureza.

A seção sobre experiências e percepções sobre inundações contou com nove perguntas voltadas a conhecer a vivência e a preocupação dos participantes em relação a inundações, além da sua percepção quanto a frequência e causas desse desastre natural. Na parte sobre percepções e preferências ambientais, a primeira pergunta foi “Você já ouviu falar sobre áreas de preservação permanente (APPs)?”. Apenas os participantes que responderam “sim” a essa pergunta respondiam também às duas perguntas seguintes, sobre o conceito e as funções das APPs. Os demais pulavam para a perguntas posteriores. As seguintes alternativas foram oferecidas à pergunta sobre o conceito de APP: o conceito correto de APP, o conceito de Reserva Legal – ambos segundo LPVN; o de Unidade de Conservação (UC), o de Corredor Ecológico, e o de Zona de Amortecimento de UC – estes conforme Lei nº 9.985, de

18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

Três perguntas da seção sobre percepções e preferências ambientais apresentavam fotos que representavam diferentes níveis de naturalidade e ocupação do entorno de rios urbanos para os participantes escolherem de acordo com sua preferência pessoal. As fotos usadas no questionário foram tiradas em 21 de maio de 2021, na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, em Curitiba, PR, com um aparelho celular com câmera fotográfica de sensor único grande-angular de 12 + 8 MP, abertura f/1.8, foco automático e estabilização ótica. Nenhum tipo de filtro foi utilizado.

Não foram incluídas perguntas que identificassem o participante, como nome, endereço, e-mail, número de identificação etc., afim de preservar a privacidade dos indivíduos. O tratamento dos dados foi realizado de forma conjunta.

Após elaboração, um questionário piloto foi aplicado em pesquisadores da linha de pesquisa em Conservação da Natureza, sub-linha Floresta Urbana, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná (PPGEF/UFPR), para ajustar o seu conteúdo, esclarecer dúvidas e remover ambiguidades. Isso também possibilitou estimar o tempo de resposta do questionário em aproximadamente 15 minutos. Depois disso, o questionário foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (CEP/UFPR) e aprovado (CAAE: 42594721.2.0000.0102; parecer: 4.718.337; ANEXO 1).

A população a ser estudada foi composta pelos habitantes dos municípios do Bioma Mata Atlântica, com idade igual ou superior a 18 anos. Para o cálculo amostral (equação 22), entretanto, a população da Mata Atlântica com idade igual ou superior a 20 anos foi considerada, devido às limitações da disponibilidade de dados do Censo Demográfico de 2010. A população alvo do estudo conta com aproximadamente 69 milhões de habitantes (IBGE, 2010).

$$Ss = \frac{z^2 * p * (1-p)/e^2}{1 + z^2 * p * (1-p)/e^2 * N} \quad (22)$$

onde:

Ss = *sample size* ou tamanho da amostra;

z = valor-z tabelado de acordo com o nível de confiança;

p = quantidade de acertos esperados;

e = margem de erro;

N = tamanho da população.

Para pesquisas envolvendo questionários, números acima de 300 respondentes são considerados estatisticamente satisfatórios independentemente do tamanho da população pois, acima dessa quantidade, não há diminuições significativas de erro (ALRECK; SETTLE, 2004). Considerando um nível de confiança de 95%, uma quantidade de acertos esperados de 50%, e uma margem de erro de 5% para a população de 69 milhões, encontra-se o tamanho da amostra de 384 participantes necessários para representar significativamente os habitantes da Mata Atlântica.

O questionário online foi disponibilizado através do Google Forms por 40 dias, entre 24/05/2021 e 02/07/2021. Para alcançar a quantidade de participantes necessária, o questionário foi divulgado em listas de e-mails e redes sociais, convidando a população a participar (FIGURA 24). A divulgação também contou com o apoio da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU).

FIGURA 24 – IMAGENS DE DIVULGAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA REDES SOCIAIS



FONTE: A autora (2022).

Foram obtidas 415 respostas no total. As respostas foram filtradas em relação à cidade e ao estado do respondente, para que apenas habitantes da Mata Atlântica fossem considerados, excluindo-se os demais. Com isso, chegou-se a 386 respostas.

Os dados das respostas foram tratados estatisticamente no Microsoft Excel 365 e no IBM SPSS Statistics 25. Informações sobre gênero, idade, escolaridade, rendimento bruto mensal, atitudes perante o risco e relação com a natureza foram agrupadas e usadas para caracterizar os respondentes e investigar possíveis associações com as demais respostas.

Diferenças entre os agrupamentos foram avaliadas por meio dos testes qui-quadrado, para variáveis qualitativas nominais, e Kruskal-Wallis, para variáveis qualitativas ordinais, considerando um intervalo de confiança de 95% e um erro permitido abaixo de 5% (valor-p < valor-α 0,05).

FIGURA 25 – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA

Vegetação ripária e vulnerabilidade a inundações na Mata Atlântica

Convidamos você a participar do estudo "A influência da vegetação ripária sobre a vulnerabilidade a inundações na Mata Atlântica".

Caso concorde em participar da pesquisa, pedimos que responda a esse questionário online, o que levará aproximadamente 15 minutos. O questionário é composto por perguntas de caráter sociodemográfico e econômico, sobre suas experiências e percepções sobre inundações, sobre suas atitudes perante o risco, sobre suas percepções e preferências ambientais, e sobre suas atitudes perante a natureza.

Acesse o link abaixo e leia o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
https://drive.google.com/file/d/1EmBcN867ugqTzLoKTmymebxiZStjnutQ/view

Desde já, agradecemos a sua participação.

Pesquisadora de doutorado Jennifer Viezzer e Profa. Dra. Daniela Biondi
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF)
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Eu li o Termo de Consentimento e compreendi a natureza e o objetivo do estudo do qual concordei em participar. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

☐ Eu concordo, voluntariamente, em participar deste estudo.

Dados sociodemográficos e econômicos

Identidade de gênero:
☐ Feminino
☐ Masculino
☐ Outro

Idade: (inserir apenas números)
_____

Escolaridade: (considerar escolaridade completa)
☐ Ensino fundamental
☐ Ensino médio
☐ Ensino superior
☐ Pós-graduação (especialização, mestrado, doutorado)

Rendimento bruto mensal da família:
☐ De R$ 0,00 a R$ 500,00
☐ De R$ 500,00 a R$ 1.000,00
☐ De R$ 1.000,00 a R$ 2.000,00
☐ De R$ 2.000,00 a R$ 3.000,00
☐ De R$ 3.000,00 a R$ 5.000,00
☐ De R$ 5.000,00 a R$ 10.000,00
☐ De R$ 10.000,00 a R$ 20.000,00
☐ Acima de R$ 20.000,00

Cidade de residência atual:
_____

Estado de residência atual:
Caixa de escolha (AC; AL; AM; AP; BA; CE; DF; ES; GO; MA; MG; MS; MT; PA; PB; PE; PI; PR; RJ; RN; RO; RR; RS; SC; SE; SP; TO)

Experiências e percepções sobre inundações

Avalie as seguintes afirmações:

Eu moro próximo a um rio
☐ Sim
☐ Não
☐ Não sei

Minha moradia já foi inundada
☐ Sim, mais de uma vez
☐ Sim, só uma vez
☐ Não

Eu já mudei de moradia por causa de inundações
☐ Sim, mais de uma vez
☐ Sim, só uma vez
☐ Não

Eu já tive bens afetados por inundações (como móveis, eletrodomésticos, carros etc.)
☐ Sim, mais de uma vez
☐ Sim, só uma vez
☐ Não

Eu já tive serviços afetados por inundações (como transporte público, eletricidade, internet etc.)
☐ Sim, mais de uma vez
☐ Sim, só uma vez
☐ Não

As infraestruturas da minha cidade já foram afetadas por inundações (como ruas, calçadas, pontes etc.)
☐ Sim, mais de uma vez
☐ Sim, só uma vez
☐ Não

Eu me sinto em risco ou me preocupo com as inundações que ocorrem na minha cidade
☐ Sim, muito
☐ Sim, pouco
☐ Não

As inundações estão mais frequentes nos últimos anos
☐ Sim, estão mais frequentes
☐ Não, estão iguais
☐ Não, estão menos frequentes

Quais são as principais causas das inundações? (selecione 3)
◯ Chuvas fortes e rápidas
◯ Chuvas longas
◯ Mudanças do clima
◯ Construções no entorno de rios
◯ Solos impermeáveis que impedem a infiltração da água
◯ Ausência de vegetação ou desmatamento
◯ Rios canalizados, retificados, enterrados ou modificados
◯ Tipo de relevo
◯ Tipo de solo
◯ Lixo e poluição dos rios

Atitudes perante o risco

Avalie as seguintes afirmações:

Governos e autoridades se responsabilizam pela segurança das pessoas quando ocorrem inundações
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Às vezes o poder público deve priorizar mais a economia do que a segurança das pessoas
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

É papel dos governos garantir que as pessoas tenham boas condições de vida
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Eu não consigo influenciar políticas públicas que protejam as pessoas de inundações
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Existem muitas leis e regulamentos sobre meio ambiente, é impossível seguir tudo
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Diminuir a desigualdade social faria com que as pessoas fossem menos afetadas por inundações
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Cooperar com os outros não é importante durante uma situação de inundação
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Novas tecnologias vão resolver os problemas decorrentes das inundações
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Percepção e preferências ambientais

Você já ouviu falar sobre áreas de preservação permanente (APPs)?
☐ Sim
☐ Não

O que são áreas de preservação permanente (APPs)?
☐ Áreas protegidas, em zonas rurais ou urbanas, delimitadas no entorno de rios, lagos ou lagoas naturais, nascentes, e reservatórios, além de encostas declivosas e topos de morro, e outros ecossistemas.
☐ Áreas no interior de uma propriedade rural para assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais, além de promover a conservação da biodiversidade.
☐ Espaços com características naturais relevantes, instituídas pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.
☐ Porções de ecossistemas que ligam unidades de conservação e possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas.
☐ Áreas no entorno de unidades de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade de conservação.

Quais são as principais funções das áreas de preservação permanente (APPs)? (selecione 3)
○ Prover alimentos (frutas, mel, vegetais) para as pessoas
○ Preservar os recursos hídricos
○ Reduzir o risco de desastres
○ Proporcionar estabilidade geológica
○ Proteger o solo
○ Conservar a biodiversidade
○ Facilitar o fluxo gênico da flora e da fauna
○ Proporcionar habitat para espécies de plantas e animais
○ Diminuir a poluição atmosférica e sonora
○ Absorver carbono e diminuir os gases do efeito estufa
○ Ajudar as pessoas a se adaptarem aos impactos da mudança do clima
○ Conservar a paisagem
○ Proporcionar áreas para lazer e prática de esportes
○ Assegurar o bem-estar das pessoas

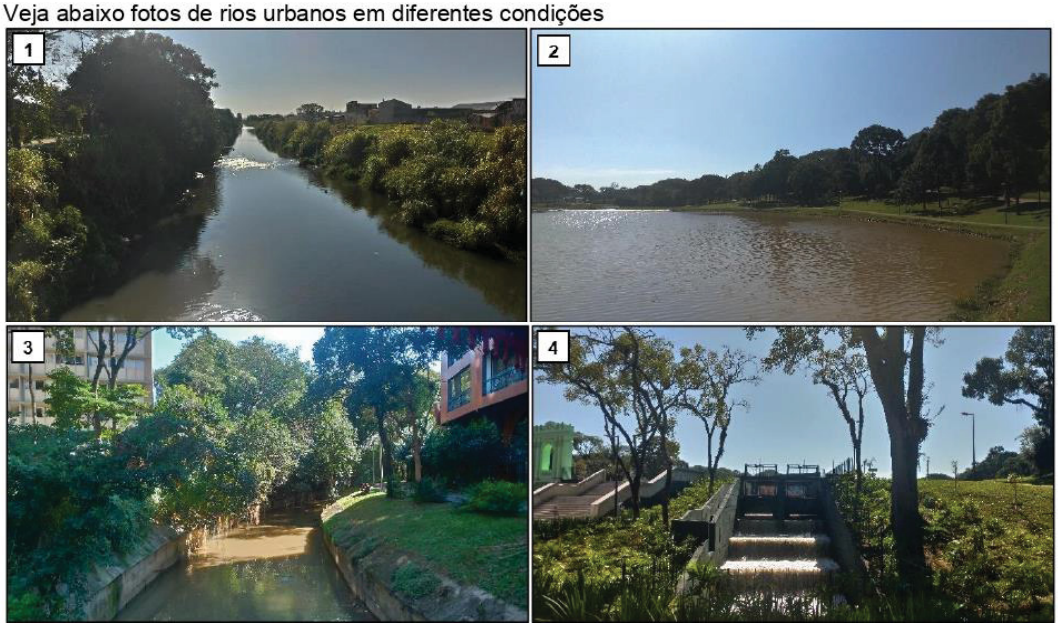
Veja abaixo fotos de rios urbanos em diferentes condições



Qual imagem você mais gosta?

☐ Foto 1
☐ Foto 2
☐ Foto 3
☐ Foto 4
☐ Foto 5

Veja abaixo fotos de rios urbanos em diferentes condições





Qual imagem você mais gosta?
☐ Foto 1
☐ Foto 2
☐ Foto 3
☐ Foto 4
☐ Foto 5

Veja abaixo fotos de rios urbanos em diferentes condições



Qual imagem você mais gosta?
☐ Foto 1
☐ Foto 2
☐ Foto 3
☐ Foto 4
☐ Foto 5

Atitudes perante a natureza

Avalie as seguintes afirmações:

Eu gosto mais de passeios ou férias em áreas naturais
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Eu sempre penso em como as minhas ações afetam o meio ambiente
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Minha conexão com a natureza e o meio ambiente faz parte da minha espiritualidade
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Eu percebo a vida selvagem, fauna e flora, onde quer que eu esteja
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Minha relação com a natureza é uma parte importante de quem eu sou
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Eu me sinto muito conectado(a) a todas as formas de vida e à Terra
☐ Concordo totalmente
☐ Concordo em partes
☐ Não concordo nem discordo
☐ Discordo em partes
☐ Discordo totalmente

Agradecemos a sua participação!

Não esqueça de clicar em “enviar” o formulário!
Caso queira receber os resultados desta pesquisa, deixe seu e-mail:
_____

FONTE: A autora (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 APPs HÍDRICAS E SUA RELAÇÃO COM INDICADORES DE URBANIZAÇÃO, SOCIOECONÔMICOS, AMBIENTAIS, E DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES NA MATA ATLÂNTICA

4.1.1 Descrição e visualização espacial dos parâmetros analisados

A TABELA 7 apresenta a análise estatística descritiva dos parâmetros urbanos, socioeconômicos, ambientais e de vulnerabilidade a inundações, para todos os municípios da Mata Atlântica e para aqueles com população acima de 100.000 habitantes.

TABELA 7 – ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS PARÂMETROS URBANOS, SOCIOECONÔMICOS, AMBIENTAIS (INCLUSIVE APP), E DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES, PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM POPULAÇÃO ACIMA DE 100.000 HABITANTES

Todos os municípios (n = 3.057)				
Variável	**Valor mínimo**	**Valor máximo**	**Média**	**Desvio padrão**
urb1	1,1770	13.026,0822	158,8339	738,3536
urb2	174,0000	11.152.344,0000	35.887,0000	255.722,3237
urb3	8,2000	100,0000	68,6138	22,1459
urb4	0,0000	849,8605	6,3414	24,2043
urb5	0,0000	99,2487	2,4199	8,0094
socec1	178,2700	2.043,7400	600,7297	234,7332
socec2	1,9700	82,0300	32,6985	18,9907
socec3	0,2800	0,7200	0,4697	0,0595
socec4	0,9700	45,6700	12,6290	8,5592
socec5	0,5050	0,8620	0,6920	0,0625
amb1	0,0596	2.028,7332	117,2899	184,8263
amb2	0,3888	91,1870	24,8591	17,9904
app1	0,0173	547,5335	26,5761	29,5870
app2	4,3413	99,6891	59,4295	20,1679
app3	0,0585	26,2539	6,8086	3,9668
inund1	0,0000	69,0000	4,0000	6,9460
inund2	0,0000	0,4433	0,2647	0,0715
inund3	0,0000	0,5093	0,3033	0,0832
inund4	0,0000	0,4273	0,2684	0,0722
inund5	0,0000	0,5062	0,2985	0,0815
Municípios > 100.000 habitantes (n = 205)				
Variável	**Valor mínimo**	**Valor máximo**	**Média**	**Desvio padrão**
urb1	9,9191	13.026,0822	1.525,0629	2.436,8295
urb2	84.540,0000	11.152.344,0000	367.010,0000	926.269,5857
urb3	75,4380	100,0000	96,0153	4,5043
urb4	1,8127	849,8605	52,4615	78,4798
urb5	0,2760	99,2487	18,7333	22,6731

Continua...

Municípios > 100.000 habitantes (n = 205)				
Variável	**Valor mínimo**	**Valor máximo**	**Média**	**Desvio padrão**
socec1	328,1600	2.043,7400	881,4755	303,6402
socec2	3,4500	55,9300	21,1763	11,6697
socec3	0,3900	0,6800	0,5041	0,055
socec4	1,5500	24,1000	5,8097	3,7658
socec5	0,6270	0,8620	0,7562	0,0425
amb1	0,0596	1.899,4136	197,4097	290,5178
amb2	0,3888	84,0085	26,7774	18,2858
app1	0,5639	547,5335	44,5990	56,4094
app2	12,5678	99,5565	56,6733	19,8178
app3	0,9914	19,0716	6,7933	3,4957
inund1	0,0000	69,0000	7,4300	10,6570
inund2	0,0000	0,4146	0,2740	0,0664
inund3	0,0000	0,5061	0,3307	0,0863
inund4	0,0000	0,3957	0,2793	0,0665
inund5	0,0000	0,5054	0,3254	0,0855

FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: urb1 = densidade demográfica (hab./km²); urb2 = população urbana absoluta (hab.); urb3 = população urbana relativa (%); urb4 = área construída absoluta (km²); urb5 = área construída relativa (%); socec1 = renda média per capita (BRL); socec2 = pobreza relativa (%); socec3 = índice de desigualdade de GINI; socec4 = taxa de analfabetismo da população acima dos 18 anos (%); socec5 = índice de desenvolvimento humano municipal (IDHm); amb1 = cobertura vegetal absoluta (km²); amb2 = cobertura vegetal relativa (%); app1 = área do passivo de APP hídrica absoluta (km²); app2 = área do passivo de APP relativa à área total da APP (%); app3 = área do passivo de APP relativa à área total do município (%); inund1 = vulnerabilidade a inundações; inund2 = impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-HadGEM2-ES; inund3 = impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-MIROC5; inund4 = impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-HadGEM2-ES; inund5 = impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-MIROC5.

Os municípios da Mata Atlântica têm, em média, 158,83 hab./km², 35.887 habitantes vivendo em área urbana (68,61% da sua população), com 6,34 km² de área construída (2,42% da sua área total). Já as cidades grandes do bioma têm, em média, 1.525,06 hab./km², 367.010 habitantes vivendo em área urbana (96,02%), com 52,46 km² de área construída (18,73%). Todas as variáveis de urbanização apresentaram diferença estatística entre os conjuntos de dados de todos os municípios da Mata Atlântica e daqueles com população acima de 100.000 habitantes em teste t com intervalo de confiança de 95% e valor-p 0,000 < valor-α 0,050. As cidades com mais de 100.000 habitantes têm então, conforme esperado, densidade demográfica, população urbana, e área construída aproximadamente 10 vezes maior que os municípios da Mata Atlântica como um todo. Embora a maioria da população da Mata Atlântica habite áreas urbanas (68,61%), essa é a realidade de quase a totalidade das pessoas das cidades grandes (96,02%). A área construída também é maior em cidades grandes, ocupando quase 8 vezes mais espaço.

Quanto aos parâmetros socioeconômicos, em média, a renda média mensal per capita na Mata Atlântica é de BRL 600,73, 32,70% das pessoas são vulneráveis à

pobreza, o índice de desigualdade de GINI é de 0,47, 12,63% da população de 18 anos ou mais é considerada analfabeta, e o IDHm é de 0,69. Nas cidades grandes, a renda é de BRL 881,47, 21,18% da população é vulnerável à pobreza, o índice de desigualdade de GINI é de 0,50, 5,81% da população adulta é analfabeta, e o IDHm é de 0,76. Também conforme esperado, as cidades grandes apresentam melhores condições socioeconômicas, com maiores renda per capita e IDHm, e menores taxas de pobreza e analfabetismo. Apenas o índice de desigualdade foi pior nas cidades grandes. O teste t mostrou diferença significativa entre os dois conjuntos de dados para todas as variáveis socioeconômicas (valor-p 0,000 < valor-α 0,050).

Em relação aos parâmetros ambientais, os municípios da Mata Atlântica têm, em média, 117,29 km² cobertos por vegetação, o que representa 24,86% da área total do município. O passivo médio de APP hídrica é de 26,58 km², 59,43% da área total de APP e 6,81% da área do município. Considerando apenas as cidades com mais de 100.000 habitantes, a média de cobertura vegetal é de 197,41 km², ou 26,78% da área total do município. O passivo médio de APP hídrica é de 44,60 km², 56,67% da área total de APP e 6,79% da área do município. Apesar dos valores absolutos indicarem que tanto a cobertura vegetal quanto o passivo de APP são maiores nas cidades grandes, os valores relativos mostram que não há diferenças claras entre os grupos de todos os municípios da Mata Atlântica e daqueles com população acima de 100.000 habitantes. Isso ocorre pois, em média, as cidades grandes são quase 2 vezes maiores em área do que a média de todos os municípios do bioma. O teste t confirmou que embora a cobertura vegetal e o passivo de APP em valores absolutos sejam estatisticamente diferentes entre os dois conjuntos de dados (valor-p 0,000 < valor-α 0,050), os parâmetros ambientais em valores relativos são estatisticamente iguais (cobertura vegetal relativa valor-p 0,140; passivo de APP em relação à área total de APP valor-p 0,058; e passivo de APP em relação à área total do município valor-p 0,957; todos > valor-α 0,050).

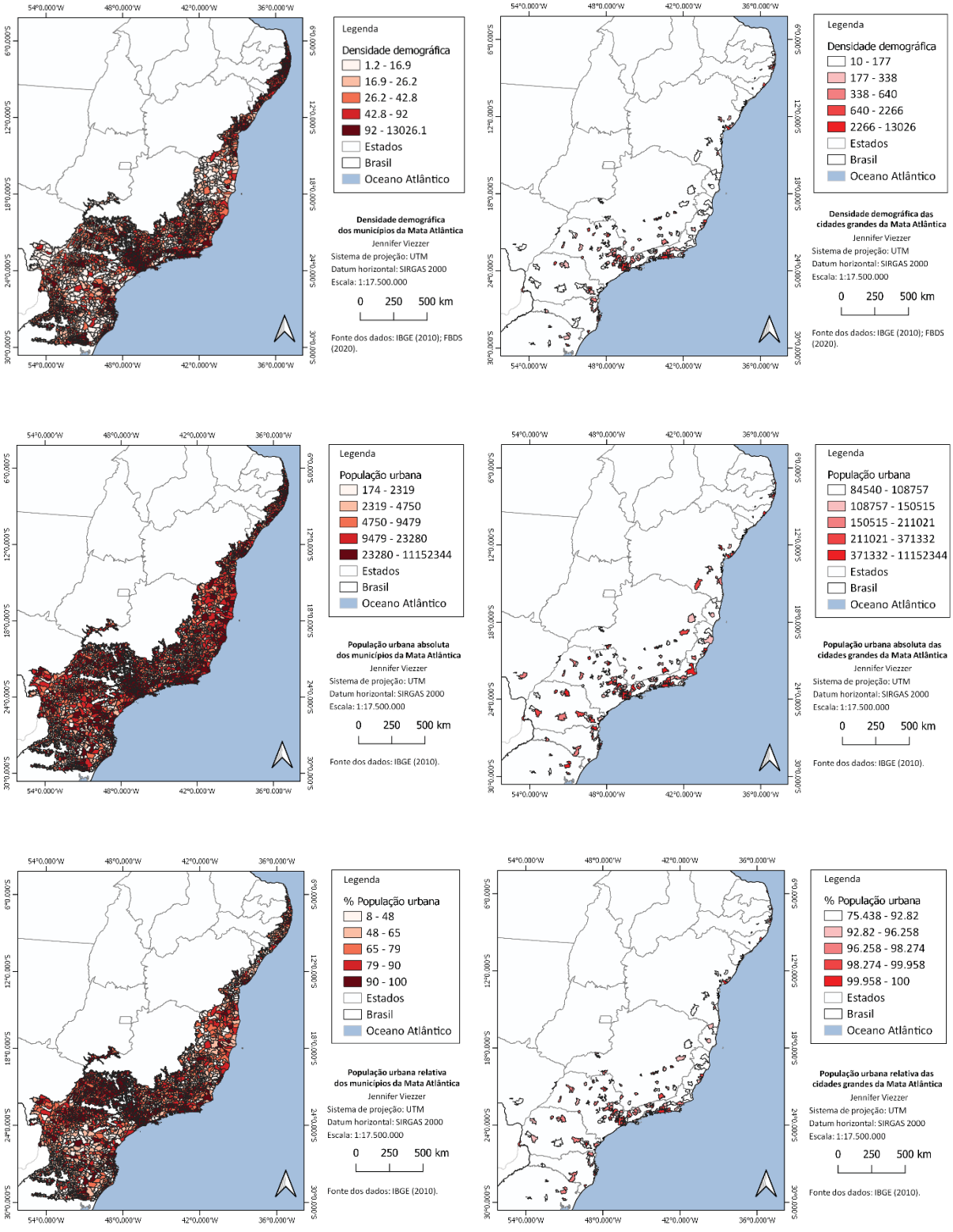
Por fim, o índice de vulnerabilidade a inundações é, em média, 4,00 para todos os municípios da Mata Atlântica, com um valor de impacto das inundações de 0,27 considerando os cenários de emissão RCP 4.5 e 8.5 no modelo climático Eta-HadGEM2-ES, e de 0,30 para os RCP 4.5 e 8.5 no Eta-MIROC5. No caso das cidades grandes, o índice de vulnerabilidade a inundações é, em média, 7,43, com impacto das inundações de 0,27 e 0,28 para os RCP 4.5 e 8.5, respectivamente, no Eta-HadGEM2-ES, e 0,33 para ambos RCP 4.5 e 8.5 no Eta-MIROC5. O índice de

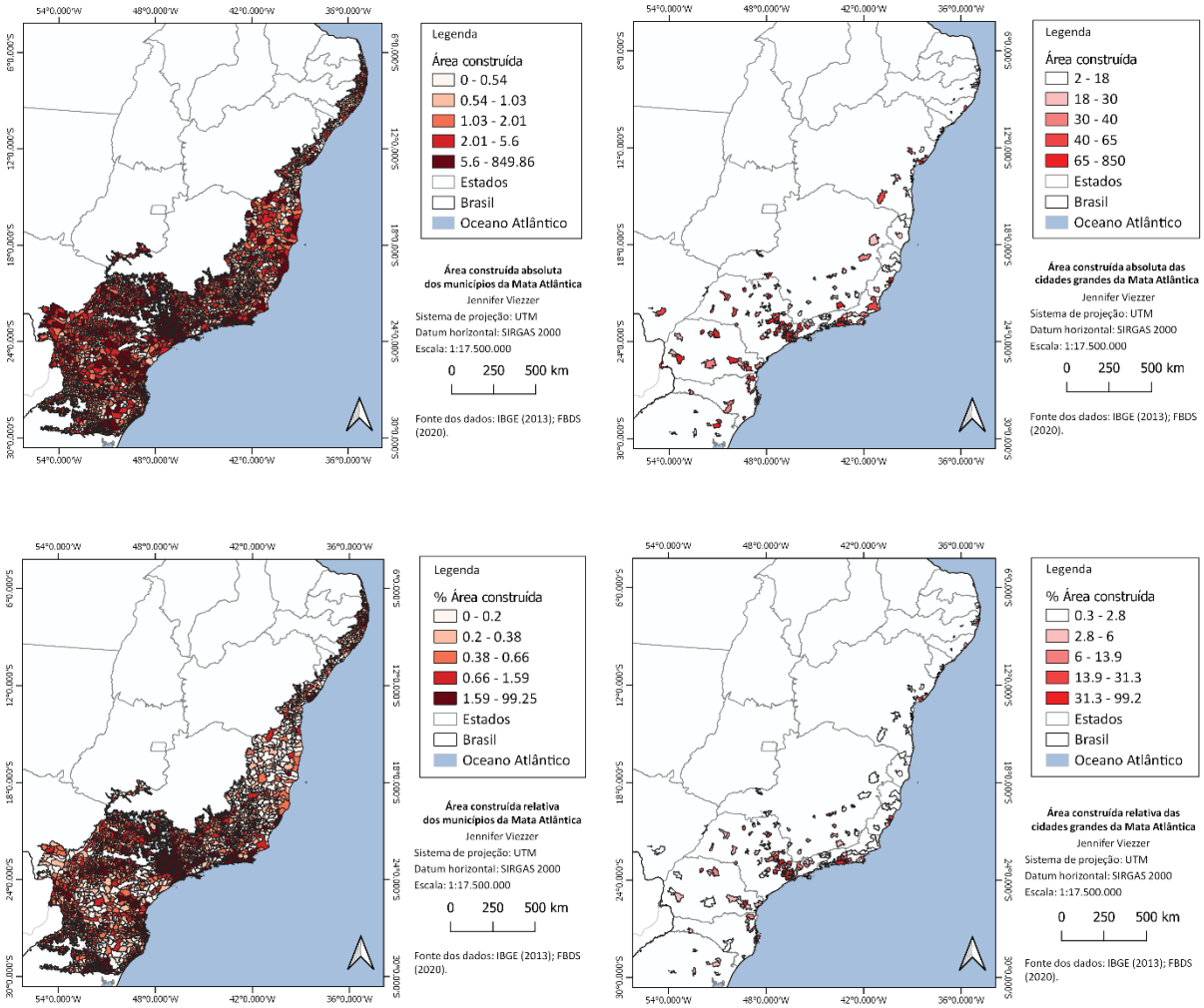
vulnerabilidade a inundações, então, apresentou diferença entre os grupos de todos os municípios e aqueles com população acima de 100.000 habitantes, sendo quase 2 vezes maior em cidades grandes (teste t valor-p 0,000 < valor-α 0,050). Os valores de impacto das inundações, entretanto, não mostraram nenhuma diferença estatística entre os dois grupos (RCP 4.5 Eta-HadGEM2-ES valor-p 0,072; RCP 4.5 Eta-MIROC5 valor-p 0,285; RCP 8.5 Eta-HadGEM2-ES valor-p 0,056; e RCP 8.5 Eta-MIRCO5 valor-p 0,158; todos > valor-α 0,050). Além disso, não houveram diferenças significativas entre os cenários de emissão RCP 4.5 e 8.5 e entre os modelos climáticos Eta-HadGEM2-ES e Eta-MIROC5.

Mapas graduados com a distribuição espacial dos parâmetros de urbanização para todos os municípios da Mata Atlântica e para os municípios com população acima de 100.000 habitantes são apresentados na FIGURA 26. É possível observar densidades demográficas maiores nos municípios de toda a costa da Região Nordeste, no estado do Rio de Janeiro, no município de São Paulo e no seu entorno, no norte do Paraná e na Região Metropolitana de Curitiba, na costa de Santa Catarina, e na porção sul do bioma, no Rio Grande do Sul. Tanto a população urbana absoluta quanto a área construída absoluta aparecem em valores altos distribuídos de forma generalizada, com valores relativos mais altos principalmente no Rio de Janeiro e em São Paulo, além do sul de Minas Gerais e do norte do Paraná.

Mapas com a distribuição espacial dos parâmetros socioeconômicos para todos os municípios da Mata Atlântica e para os municípios com população acima de 100.000 habitantes, por sua vez, são expostos na FIGURA 27. A renda per capita média é maior nos municípios das Regiões Sudeste e Sul, exceto a porção norte de Minas Gerais, o Vale do Ribeira, e a área central do Paraná. Pobreza relativa, índice de desigualdade de GINI e taxa de analfabetismo são maiores nos municípios da Região Nordeste, em Minas Gerais, no Vale do Ribeira, na parte central do Paraná e de Santa Catarina, e no Mato Grosso do Sul, sendo que a desigualdade aparece alta também no Rio de Janeiro e em São Paulo. O IDHm, por sua vez, é mais alto no estado de São Paulo, no noroeste do Paraná, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul.

FIGURA 26 – MAPAS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VARIÁVEIS DENSIDADE DEMOGRÁFICA, POPULAÇÃO URBANA ABSOLUTA E RELATIVA, E ÁREA CONSTRUÍDA ABSOLUTA E RELATIVA, QUE REPRESENTAM PARÂMETROS DE URBANIZAÇÃO, PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM MAIS DE 100.000 HABITANTES





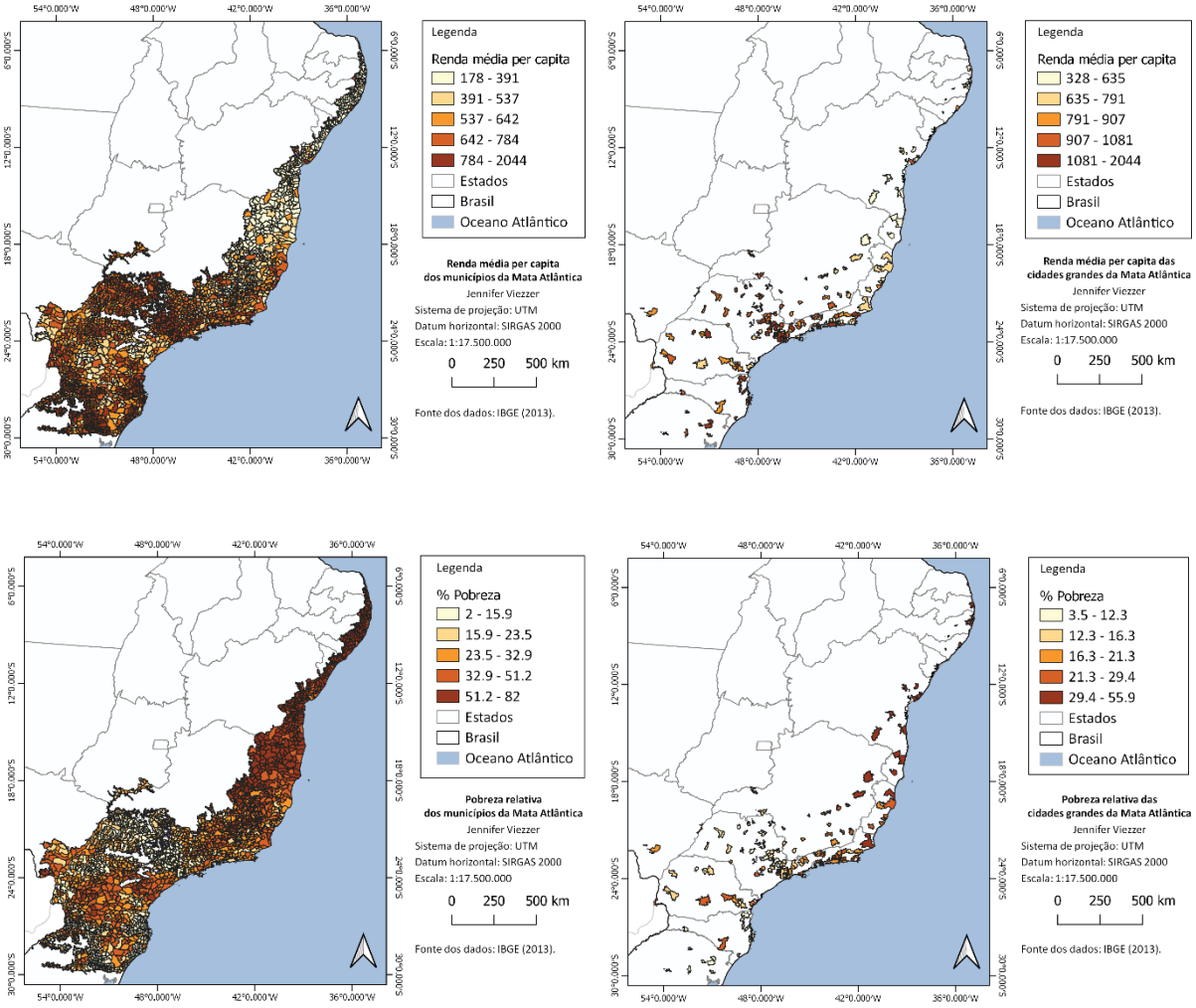
FONTE: A autora (2022).

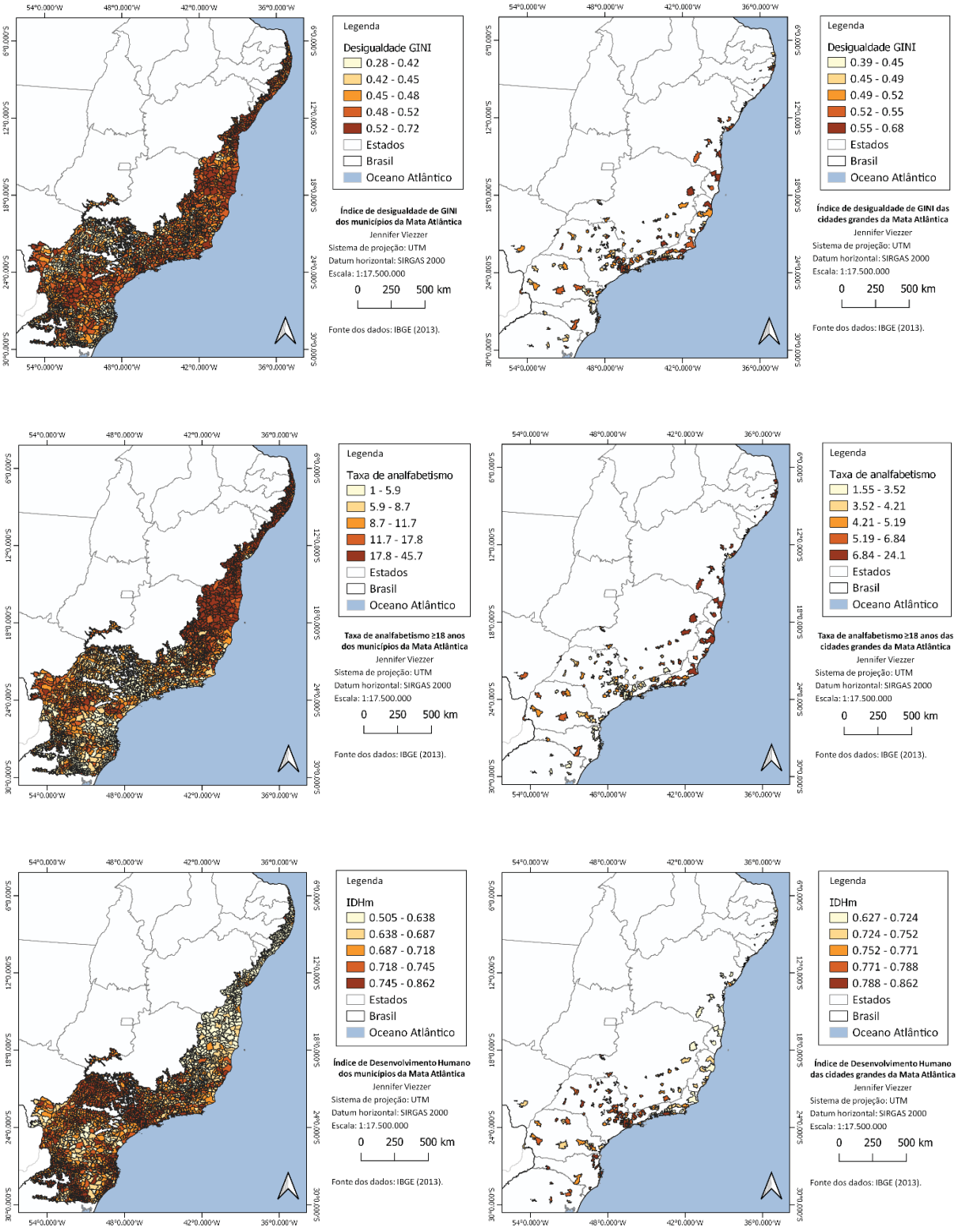
LEGENDA: valores de densidade demográfica (urb1) em habitantes/km²; população urbana absoluta (urb2) em número de habitantes; população urbana relativa (urb3) em %; área construída absoluta (urb4) em km²; e área construída relativa (urb5) em %.

Mapas com a distribuição espacial dos parâmetros ambientais, inclusive das variáveis do passivo dentro de APP, para todos os municípios da Mata Atlântica e para os municípios com população acima de 100.000 habitantes são apresentados na FIGURA 28. A cobertura vegetal absoluta aparece comparativamente com altos valores de forma generalizada no mapa para todos os municípios, sendo as menores coberturas no interior de São Paulo e no norte do Paraná. Já a cobertura vegetal relativa aparece mais baixa além destes também em Pernambuco, no Alagoas, no norte de Minas Gerais, e no Espírito Santo. O passivo absoluto de APP é relativamente alto em muitos municípios, exceto por boa parte da Região Nordeste, norte de São Paulo, noroeste do Paraná, e os municípios do limite sul do bioma, no Rio Grande do Sul. Os menores passivos relativos às áreas totais das APPs, entretanto, estão no Rio

Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Bahia, Espírito Santo e São Paulo, e principalmente em toda a Região Sul. Agora, os municípios com menores passivos relativos às áreas totais dos próprios municípios se encontram no Nordeste, no norte de São Paulo, no Mato Grosso do Sul, no norte e na costa do Paraná, e também no sul dos limites do bioma.

FIGURA 27 – MAPAS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VARIÁVEIS RENDA MÉDIA PER CAPITA, POBREZA RELATIVA, ÍNDICE DE DESIGUALDADE DE GINI, TAXA DE ANALFABETISMO DA POPULAÇÃO COM 18 ANOS OU MAIS E ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL, QUE REPRESENTAM PARÂMETROS SOCIOECONÔMICOS, PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM MAIS DE 100.000 HABITANTES

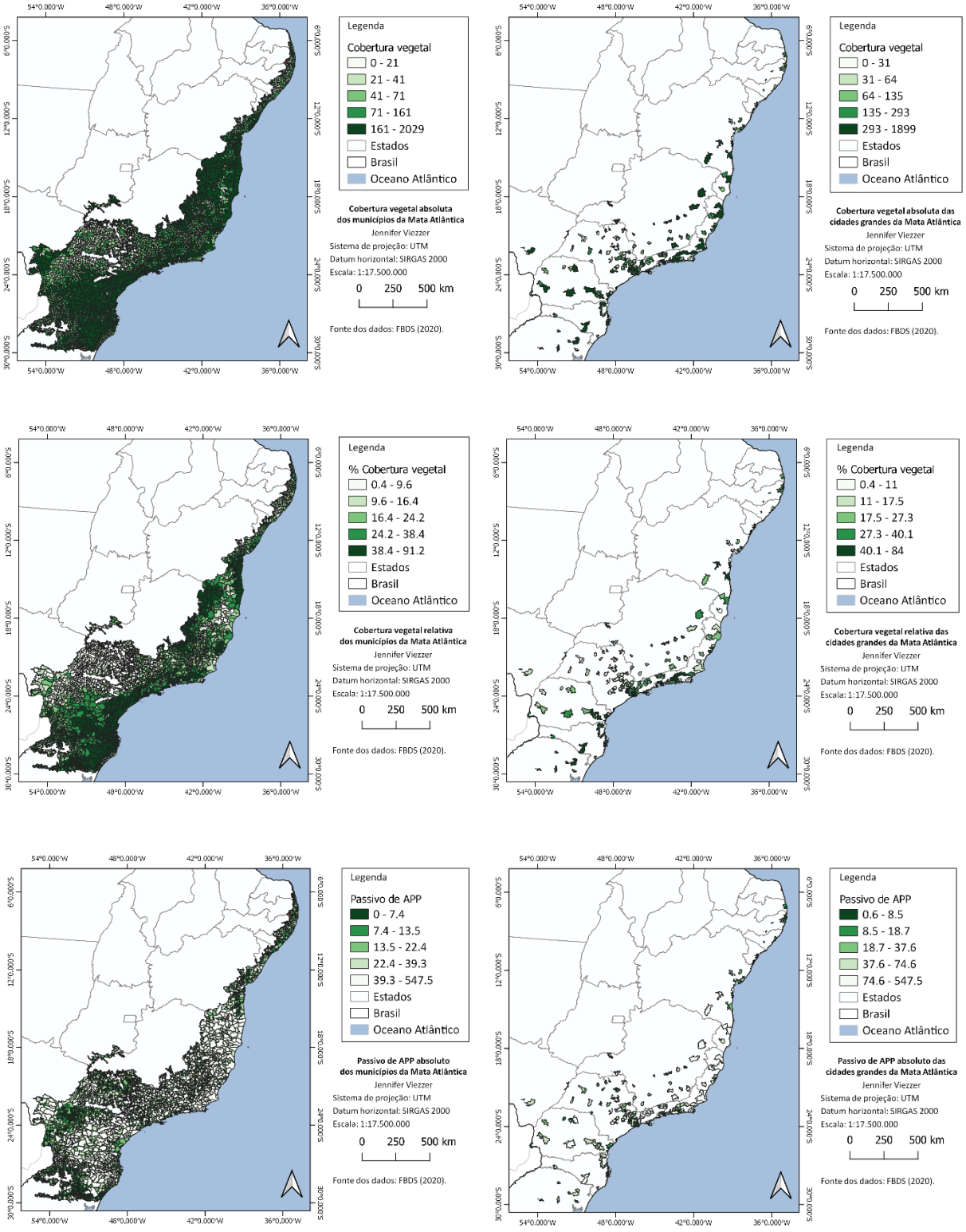


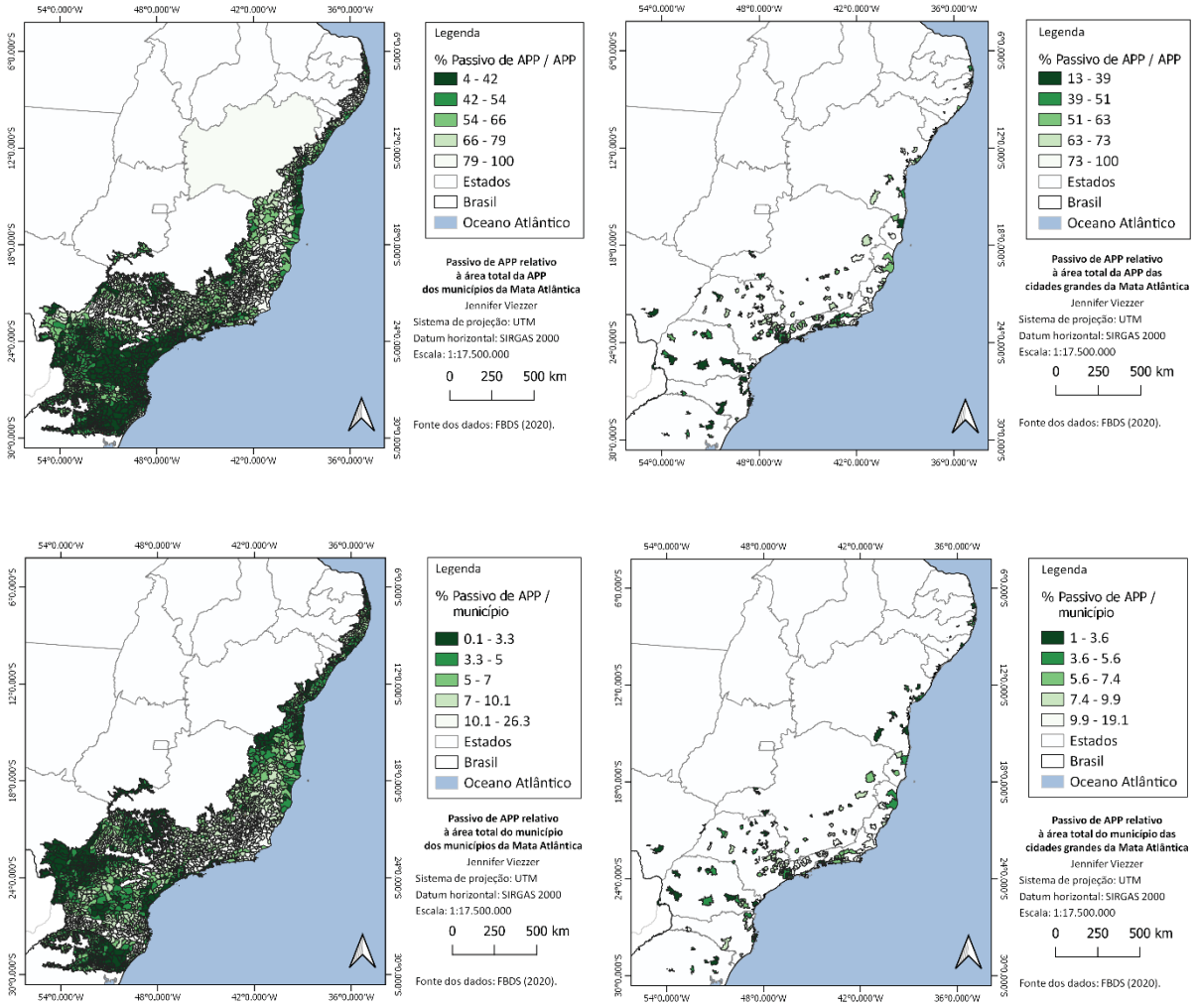


FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: valores de renda média per capita (socec1) em Real brasileiro (BRL); pobreza relativa (socec2) em %; índice de desigualdade de GINI (socec3) em valores entre 0 e 1, onde quanto mais próximo de 0, maior a igualdade, e quanto mais próximo de 1, maior a desigualdade; taxa de analfabetismo ≥18 anos (socec4) em %; e índice de desenvolvimento humano municipal (IDHm; socec5) em valor entre 0 e 1, onde quanto mais próximo de 0, mais baixo o desenvolvimento; e quanto mais próximo de 1, mais alto o desenvolvimento.

FIGURA 28 – MAPAS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VARIÁVEIS COBERTURA VEGETAL ABSOLUTA E RELATIVA, E PASSIVO DE APP ABSOLUTO E RELATIVO À ÁREA TOTAL DA APP E À ÁREA TOTAL DO MUNICÍPIO, QUE REPRESENTAM PARÂMETROS SOCIOECONÔMICOS, PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM MAIS DE 100.000 HABITANTES





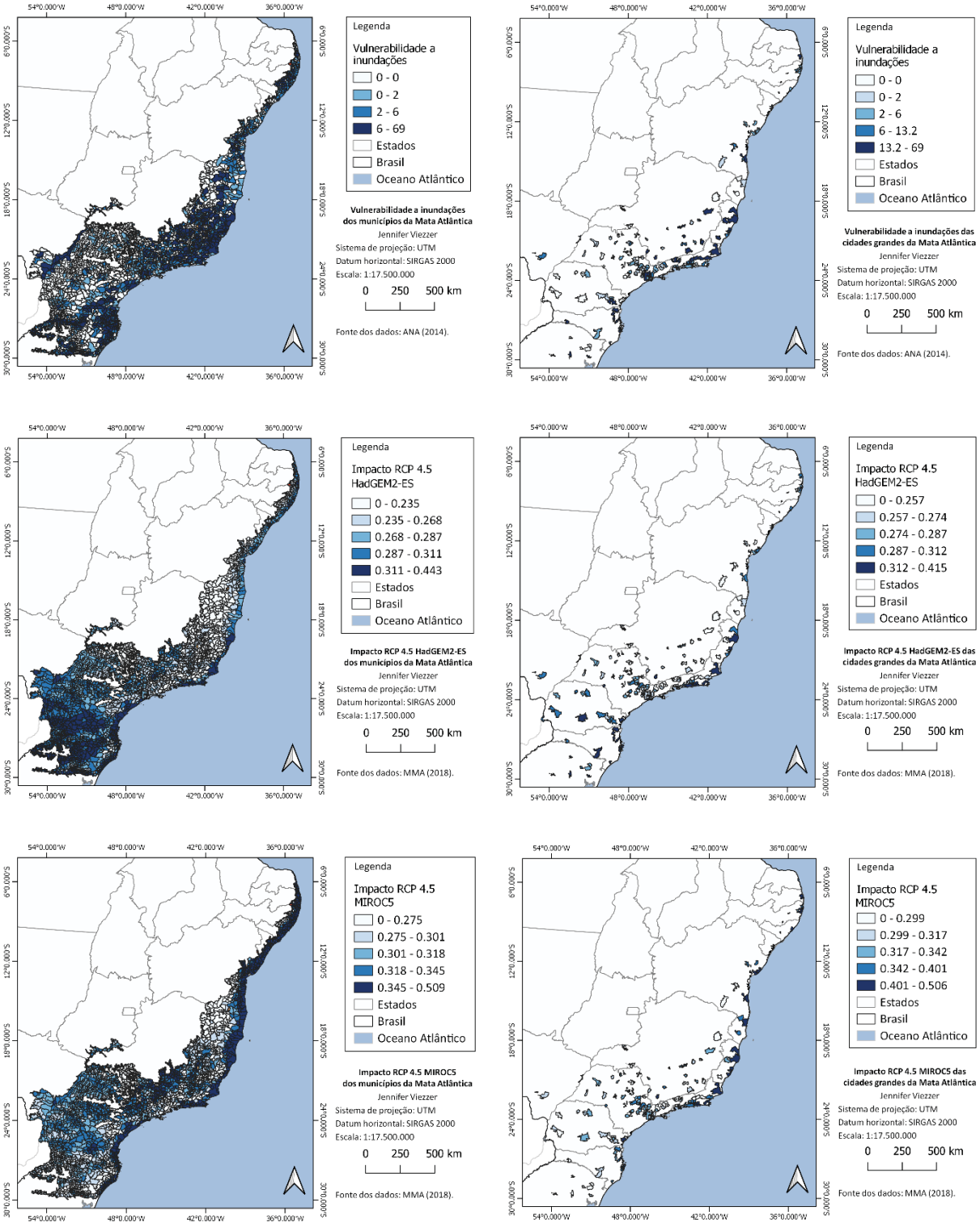
FONTE: A autora (2022).

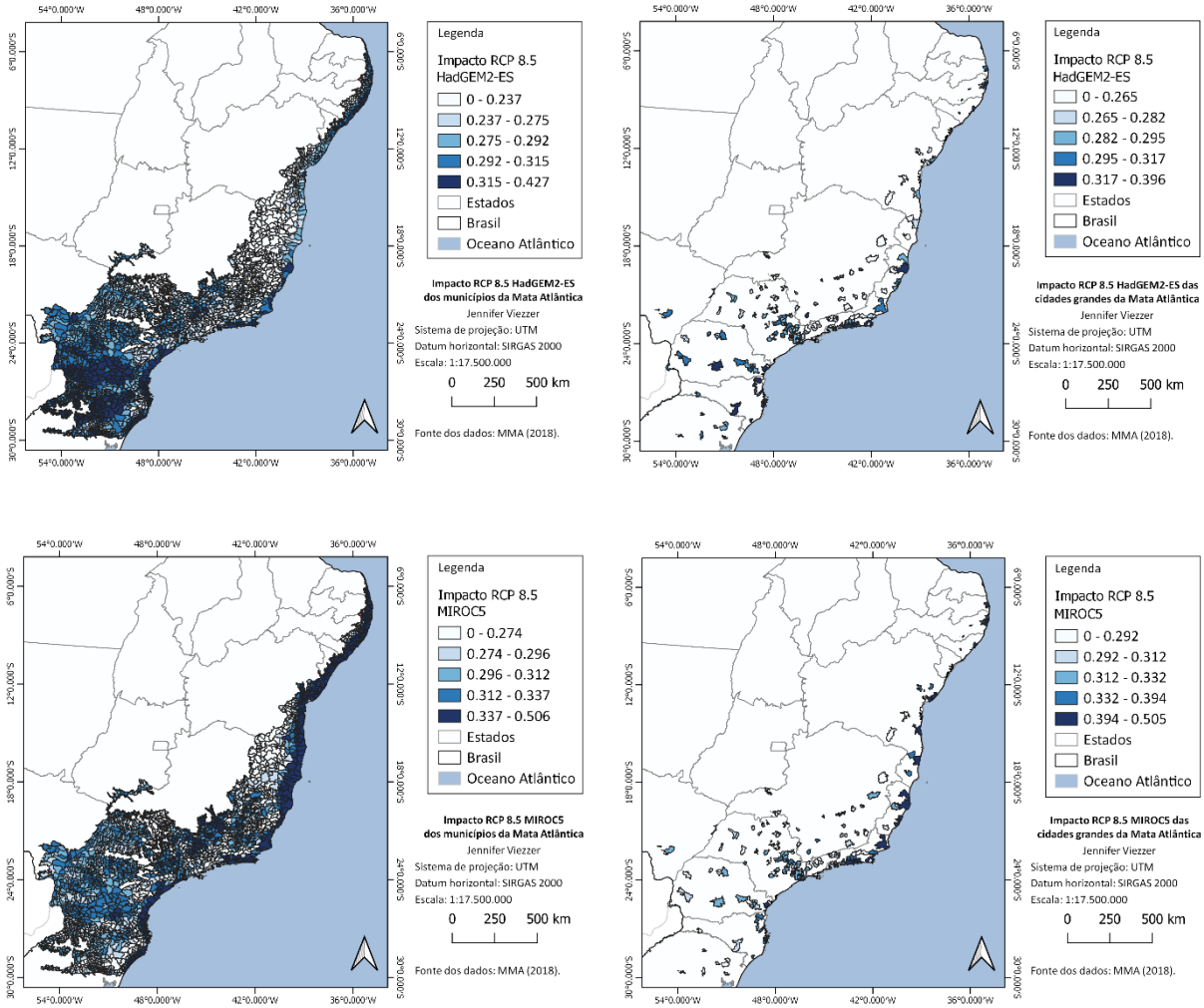
LEGENDA: valores de cobertura vegetal absoluta (amb1) em km²; cobertura vegetal relativa (amb2) em %; passivo de APP absoluto (amb3) em km²; passivo de APP relativo à área total de APP (amb4) e à área total do município (amb5) em %.

Por último, mapas com a distribuição espacial dos parâmetros de vulnerabilidade a inundações para todos os municípios da Mata Atlântica e para os municípios com população acima de 100.000 habitantes são exibidos na FIGURA 29. A vulnerabilidade a inundações é composta pela frequência da ocorrência e magnitude dos impactos das inundações e aparece com maiores valores na Região Nordeste, Minas Gerais, Rio de Janeiro, leste de São Paulo, sudeste do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os valores das variáveis que demonstram os impactos potenciais das inundações entre 2011 e 2040, por sua vez, são maiores em toda a costa do bioma, para todos os cenários de emissões e todos os modelos climáticos, mas principalmente para o MIROC5, considerado um cenário mais úmido. Adicionalmente, esse cenário também indica maiores impactos no sul de Minas Gerais

e no norte de São Paulo, enquanto o HadGEM2-ES apresenta maiores impactos nos três estados da Região Sul.

FIGURA 29 – MAPAS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VARIÁVEIS VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES, E IMPACTOS DAS INUNDAÇÕES CONSIDERANDO OS CENÁRIOS RCP 4.5 E 8.5 E OS MODELOS ETA-HADGEM2-ES E ETA-MIROC5, QUE REPRESENTAM PARÂMETROS DE INUNDAÇÃO, PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM MAIS DE 100.000 HABITANTES





FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: vulnerabilidade a inundações (inund1) em valores inteiros; e impacto das inundações RCP 4.5 HadGEM2-ES (inund2), RPC 4.5 MIROC5 (inund3), RCP 8.5 HadGEM2-ES (inund4), e RCP 8.5 MIROC5 (inund5) em valores entre 0 e 1, onde quanto mais próximo de 0, menor o impacto, e quanto mais próximo de 1, maior o impacto.

4.1.2 Análises de correlação entre APPs hídricas e indicadores de urbanização, socioeconômicos e ambientais na Mata Atlântica

Correlações para investigar as três variáveis que representam o passivo de APP hídrica como dependentes das outras 12 variáveis que representam parâmetros de urbanização, socioeconômicos e ambientais foram calculadas e apresentadas na TABELA 8. As análises foram realizadas considerando dois conjuntos de dados: para todos os municípios da Mata Atlântica e apenas para os municípios com população acima de 100.000 habitantes, considerados cidades grandes. Além disso, as correlações foram calculadas considerando os coeficientes de Pearson, Spearman e Kendall.

Das 216 correlações realizadas, 44,44% não foram estatisticamente significativas, apresentando um erro calculado superior a 5% e, por isso, foram descartadas da análise. O grupo dos municípios com população acima de 100.000 habitantes apresentou mais erros inadmissíveis (76,04% das correlações não significativas), possivelmente devido ao tamanho reduzido da amostra. O coeficiente de Pearson apresentou mais erros inadmissíveis do que Spearman e Kendall (35,42%), o que pode ter ocorrido por se tratar de uma análise paramétrica enquanto as demais são não-paramétricas. A variável dependente área do passivo de APP relativa à área total do município foi a que apresentou mais erros inadmissíveis (66,67%).

TABELA 8 – CORRELAÇÕES DE PEARSON, SPEARMAN, E KENDALL CONSIDERANDO AS VARIÁVEIS DE APP COMO DEPENDENTES (HIPÓTESE 1), PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM POPULAÇÃO ACIMA DE 100.000 HABITANTES

Todos os municípios (n = 3.057)			
Variáveis dependentes	**app1**	**app2**	**app3**
Pearson			
urb1	-0,075 (0,000)***	0,034 (0,063)	-0,012 (0,512)
urb2	0,082 (0,000)***	-0,019 (0,302)	-0,012 (0,523)
urb3	0,045 (0,014)*	0,106 (0,000)***	-0,056 (0,002)**
urb4	0,131 (0,000)***	-0,047 (0,009)**	-0,015 (0,422)
urb5	-0,095 (0,000)***	0,003 (0,855)	0,009 (0,601)
socec1	0,002 (0,933)	-0,337 (0,000)***	-0,002 (0,898)
socec2	0,061 (0,001)**	0,338 (0,000)***	-0,032 (0,073)
socec3	0,252 (0,000)***	0,057 (0,002)**	-0,040 (0,026)*
socec4	-0,017 (0,341)	0,396 (0,000)***	-0,104 (0,000)***
socec5	0,003 (0,886)	-0,294 (0,000)***	0,056 (0,002)**
amb1	0,511 (0,000)***	-0,370 (0,000)***	-0,153 (0,000)***
amb2	0,048 (0,008)**	-0,652 (0,000)***	-0,034 (0,059)
Spearman			
urb1	-0.221 (0,000)***	0.172 (0,000)***	0.114 (0,000)***
urb2	0.299 (0.000)***	0.076 (0.000)***	-0.048 (0.008)**
urb3	-0,026 (0,148)	0,081 (0,000)***	-0,083 (0,000)***
urb4	0,245 (0,000)***	-0,151 (0,000)***	-0,107 (0,000)***
urb5	-0,233 (0,000)***	-0,070 (0,000)***	-0,001 (0,943)
socec1	-0,044 (0,014)*	-0,354 (0,000)***	-0,047 (0,009)**
socec2	0,156 (0,000)***	0,322 (0,000)***	0,059 (0,001)**
socec3	0,296 (0,000)***	0,057 (0,002)**	-0,022 (0,224)
socec4	0,045 (0,012)*	0,383 (0,000)***	-0,034 (0,060)
socec5	-0,068 (0,000)***	-0,273 (0,000)***	-0,013 (0,469)
amb1	0,642 (0,000)***	-0,453 (0,000)***	-0,069 (0,000)***
amb2	-0,118 (0,000)***	-0,583 (0,000)***	0,063 (0,000)***
Kendall			
urb1	-0,150 (0,000)***	0,118 (0,000)***	0,076 (0,000)***
urb2	0,206 (0,000)***	0,052 (0,000)***	-0,032 (0.008)
urb3	-0,016 (0,189)	0,052 (0,000)***	-0,055 (0,000)***
urb4	0,166(0,000)***	-0,101 (0,000)***	-0,071 (0,000)***
urb5	-0,159 (0,000)***	-0,046 (0,000)***	-0,001 (0,933)

Continua...

Todos os municípios (n = 3.057)			
Variáveis dependentes	**app1**	**app2**	**app3**
Kendall			
socec1	-0,029 (0,016)*	-0,240 (0,000)***	-0,028 (0,021)*
socec2	0,105 (0,000)***	0,218 (0,000)***	0,034 (0,004)**
socec3	0,208 (0,000)***	0,039 (0,001)**	-0,016 (0,186)
socec4	0,030 (0,013)*	0,261 (0,000)***	-0,025 (0,039)*
socec5	-0,046 (0,000)***	-0,182 (0,000)***	-0,006 (0,640)
amb1	0,460 (0,000)***	-0,314 (0,000)***	-0,046 (0,000)***
amb2	0,082 (0,000)***	-0,422 (0,000)***	0,042 (0,001)**
Municípios > 100.000 habitantes (n = 205)			
Variáveis dependentes	**app1**	**app2**	**app3**
Pearson			
urb1	-0,322 (0,000)***	0,214 (0,002)**	-0,084 (0,231)
urb2	0,032 (0,653)	-0,025 (0,717)	-0,044 (0,527)
urb3	-0,342 (0,000)***	-0,041 (0,560)	0,043 (0,543)
urb4	0,063 (0,368)	-0,025 (0,724)	-0,024 (0,736)
urb5	-0,382 (0,000)***	0,239 (0,001)**	-0,003 (0,961)
socec1	-0.031 (0,663)	-0,158 (0,024)*	-0,022 (0,754)
socec2	0,079 (0,257)	0,210 (0,002)**	-0,102 (0,146)
socec3	0,237 (0,001)**	0,077 (0,271)	-0,093 (0,186)
socec4	0,083 (0,234)	0,204 (0,003)**	-0,187 (0,007)**
socec5	-0,051 (0,463)	-0,179 (0,010)*	0,050 (0,476)
amb1	0,502 (0,000)***	-0,324 (0,000)***	-0,212 (0,002)**
amb2	-0,066 (0,346)	-0,743 (0,000)***	-0,107 (0,127)
Spearman			
urb1	-0,752 (0,000)***	0,096 (0,172)	0,065 (0,351)
urb2	-0,090 (0,197)	0,032 (0,651)	-0,060 (0,394)
urb3	-0,589 (0,000)***	0,000 (0,998)	0,029 (0,690)
urb4	0,167 (0,017)*	-0,002 (0,975)	0,000 (0,999)
urb5	-0,684 (0,000)***	0,099 (0,159)	0,107 (0,127)
socec1	0,109 (0,121)	-0,168 (0,016)*	-0,002 (0,976)
socec2	-0,023 (0,741)	0,178 (0,011)*	-0,032 (0,652)
socec3	0,301 (0,000)***	0,099 (0,160)	-0,098 (0,161)
socec4	0,049 (0,487)	0,135 (0,053)	-0,124 (0,076)
socec5	0,039 (0,575)	-0,131 (0,061)	0,050 (0,473)
amb1	0,723 (0,000)***	-0,442 (0,000)***	-0,115 (0,100)
amb2	0,018 (0,795)	-0,704 (0,000)***	-0,025 (0,325)
Kendall			
urb1	-0,571 (0,000)***	0,062 (0,188)	0,039 (0,401)
urb2	-0,060 (0,202)	0,022 (0,634)	-0,039 (0,403)
urb3	-0,417 (0,000)***	-0,001 (0,976)	0,020 (0,674)
urb4	0,113 (0,016)*	-0,003 (0,950)	0,002 (0,973)
urb5	-0,508 (0,000)***	0,065 (0,165)	0,069 (0,143)
socec1	0,064 (0,176)	-0,109 (0,020)*	0,004 (0,938)
socec2	-0,005 (0,920)	0,120 (0,011)*	-0,019 (0,686)
socec3	0,222 (0,000)***	0,069 (0,150)	-0,067 (0,162)
socec4	0,033 (0,477)	0,091 (0,054)	-0,080 (0,089)
socec5	0,019 (0,680)	-0,084 (0,074)	0,036 (0,449)
amb1	0,530 (0,000)***	-0,304 (0,000)***	-0,078 (0,095)
amb2	0,014 (0,765)	-0,530 (0,000)***	-0,022 (0,647)

FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: urb1 = densidade demográfica (hab./km²); urb2 = população urbana absoluta (hab.); urb3 = população urbana relativa (%); urb4 = área construída absoluta (km²); urb5 = área construída relativa (%); socec1 = renda média per capita (BRL); socec2 = pobreza relativa (%); socec3 = índice de desigualdade de GINI; socec4 = taxa de analfabetismo da população acima dos 18 anos (%); socec5 = índice de desenvolvimento humano municipal; amb1 = cobertura vegetal absoluta (km²); amb2 =

cobertura vegetal relativa (%); app1 = área do passivo de APP hídrica absoluta (km²); app2 = área do passivo de APP relativa à área total da APP (%); app3 = área do passivo de APP relativa à área total do município (%). Os coeficientes de correlação são apresentados com seus respectivos erros padrão em parênteses. A significância estatística é representada por asteriscos, em que * = valor-p < valor-α de 0,05; ** = valor-p < valor-α de 0,01; e *** = valor-p < valor-α de 0,001. Valores não significativos são apresentados em cinza.

Para todos os municípios, tendo as variáveis de APP como dependentes, a maioria das correlações com os parâmetros de urbanização ficaram entre -0,20 e 0,20, então foram não-importantes (84,85% das correlações estatisticamente significativas), conforme interpretação apresentada na Tabela 3. Há correlação, ainda que fraca, entre as variáveis área do passivo de APP hídrica absoluta (app1) e densidade demográfica (urb1), população urbana absoluta (urb2), área construída absoluta (urb4), e área construída relativa (urb5). As correlações inversas entre a área de passivo de APP e ambas densidade demográfica e área construída relativa não eram esperadas, pois demonstram menor passivo (e maior cobertura vegetal em APP) em municípios com maior densidade de habitantes e mais construídos – então, mais urbanizados.

Por outro lado, ao se considerar apenas os municípios acima de 100.000 habitantes, a maioria das correlações com os parâmetros de urbanização foram importantes. Das correlações estatisticamente significativas, 46,15% foram fortes, 38,46% fracas, e apenas 15,38% não-importantes. As principais correlações apareceram entre a variável da área do passivo de APP hídrica absoluta (app1) e a densidade demográfica (urb1), com r_{xy} = -0,322, r_s = -0,752 e τ = -0,571; a população urbana relativa (urb3), com r_{xy} = -0,342, r_s = -0,589 e τ = -0,417; e a área construída relativa (urb5), r_{xy} = -0,382, r_s = -0,684 e τ = -0,508. Aqui também não se esperava encontrar correlações inversas, que indicam que quanto maior é a urbanização, menor é o passivo de APP (e maior é a cobertura vegetal em APP) nas cidades grandes da Mata Atlântica.

Uma vez que quase 85% das correlações entre os parâmetros de APP e de urbanização em todos os municípios da Mata Atlântica foram não-importantes, a hipótese de que a cobertura vegetal em APP é menor (ou seja, o passivo de APP é maior) em municípios mais urbanizados não foi confirmada. Além disso, as correlações da área do passivo de APP absoluta com a densidade demográfica e a área construída relativa indicam o contrário – de que há maior cobertura vegetal em APP e, portanto, menor passivo de APP, nos municípios mais urbanizados.

As correlações entre esses parâmetros para o conjunto dos municípios com mais de 100.000 habitantes, por sua vez, não só rejeitam a hipótese, mas também apontam para o inverso do que foi suposto, indicando que a cobertura vegetal em APP é maior (ou seja, o passivo de APP é menor) nos municípios mais urbanizados. Esses resultados demonstram que a conservação da vegetação ripária é compatível com as cidades, além de afirmar a importância de não se excluir as cidades de análises ambientais, conforme exposto nas seções 1 (introdução) e 2 (revisão de literatura).

Agora, a maioria das correlações com os parâmetros socioeconômicos foram não-importantes (60,00%) para todos os municípios da Mata Atlântica. Correlações importantes foram encontradas entre a variável área do passivo de APP hídrica absoluta (app1) e o índice de desigualdade de GINI (socec3); e entre a variável área do passivo de APP relativo à área total da APP (app2) e a renda média per capita (socec1), a pobreza relativa (socec2), a taxa de analfabetismo (socec4), e o IDHm (socec5).

Da mesma forma, para os municípios acima de 100.000 habitantes, a maioria das correlações com os parâmetros socioeconômicos foram não-importantes (58,33%). As demais correlações importantes (41,67%) ocorreram entre a variável área do passivo de APP hídrica absoluta (app1) e o índice de desigualdade de GINI (socec3); e entre a variável área do passivo de APP relativo à área total da APP (app2) e a pobreza relativa (socec2), e a taxa de analfabetismo (socec4).

Neste caso, embora a maioria das correlações entre os parâmetros de APP e os socioeconômicos tenham sido não-importantes, tanto para todos os municípios da Mata Atlântica quanto para as cidades grandes, houveram diversas correlações importantes que demonstram maiores passivos absolutos e relativos (e então menores coberturas vegetais em APP) em municípios mais pobres, mais desiguais, com maiores taxas de analfabetismo, e com menores rendas per capita e IDHm. Por isso, a hipótese de que a cobertura vegetal em APP é menor (ou seja, o passivo de APP é maior) em municípios com melhores condições socioeconômicas também é rejeitada.

Por fim, para todos os municípios, correlações com os parâmetros ambientais foram consideradas não-importantes na minoria dos casos (47,06%), as demais fracas (29,41%) e fortes (23,53%). Destacam-se as correlações entre as variáveis área do passivo de APP hídrica absoluta (app1) e cobertura vegetal absoluta (amb1), com r_{xy} = 0,511, r_s = 0,642 e τ = 0,460; e entre área relativa do passivo de APP em relação a

área total da APP (app2) e cobertura vegetal relativa (amb2), com r_{xy} = -0,652, r_s = -0,583 e τ = -0,422. Neste caso, as correlações positivas entre a área de passivo de APP e cobertura vegetal não eram esperadas.

Por outro lado, a maioria das correlações com os parâmetros ambientais foram fortes (60,00% das correlações estatisticamente significativas) e o restante foi fraca (40,00%) para os municípios acima de 100.000 habitantes, sem correlações não-importantes. As principais correlações apareceram entre a variável da área do passivo de APP hídrica absoluta (app1) e a cobertura vegetal absoluta (amb1), com r_{xy} = 0,502, r_s = 0,723 e τ = 0,530; e entre a área do passivo de APP relativa a área total da APP (app2) e a cobertura vegetal relativa (amb2), com r_{xy} = -0,743, r_s = -0,704 e τ = -0,530. Aqui também não se esperava encontrar correlações positivas, que indicam que quanto maior a cobertura vegetal geral do município, maior o passivo em APP (ou seja, menor cobertura vegetal dentro de APP).

A maioria das correlações entre os parâmetros de APP e os ambientais foram importantes tanto para todos os municípios da Mata Atlântica quanto para as cidades grandes. Porém, nem sempre da forma esperada devido às correlações positivas entre passivo de APP e cobertura vegetal absolutos, o que pode indicar cenários como municípios com baixa cobertura vegetal absoluta, mas em que a cobertura vegetal em APP permaneceu conservada; ou municípios com alta cobertura vegetal absoluta, mas em que as APPs especificamente foram desmatadas e ocupadas. Sugere-se investigar essas relações de forma mais específica e aprofundada em estudos futuros. Ainda assim, a hipótese de que a cobertura vegetal dentro de APP é menor em municípios com menor cobertura vegetal no geral foi confirmada pela maioria das correlações, principalmente considerando variáveis relativas.

4.1.3 Análises de correlação entre vulnerabilidade a inundações e indicadores de urbanização, socioeconômicos e ambientais na Mata Atlântica

Correlações para investigar as cinco variáveis que representam a vulnerabilidade a inundações como dependentes das outras 15 variáveis que representam parâmetros de urbanização, socioeconômicos e ambientais – incluindo aqui o passivo de APP – foram calculadas e apresentadas na TABELA 9. Essas análises também foram realizadas considerando os dois conjuntos de todos os

municípios da Mata Atlântica e das cidades grandes, e os coeficientes de Pearson, Spearman e Kendall.

Das 450 correlações testadas, 35,11% não foram estatisticamente significativas, apresentando um erro calculado superior a 5% e, por isso, foram descartadas da análise. O grupo dos municípios com população acima de 100.000 habitantes apresentou mais erros inadmissíveis (74,05% das correlações não significativas), possivelmente devido ao tamanho reduzido da amostra. O coeficiente de Pearson apresentou mais erros inadmissíveis do que Spearman e Kendall (45,57%), o que pode ter ocorrido por se tratar de uma análise paramétrica enquanto as demais são não-paramétricas. A variável dependente índice de vulnerabilidade a inundações foi a que apresentou mais erros (24,68%).

TABELA 9 – CORRELAÇÕES DE PEARSON, SPEARMAN, E KENDALL CONSIDERANDO AS VARIÁVEIS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES COMO DEPENDENTES (HIPÓTESE 2), PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA E PARA OS MUNICÍPIOS COM POPULAÇÃO ACIMA DE 100.000 HABITANTES

Todos os municípios (n = 3.057)					
Variáveis dependentes	**inund1**	**inund2**	**inund3**	**inund4**	**inund5**
Pearson					
urb1	0,040 (0,026)*	0,050 (0,006)**	0,101 (0,000)***	0,059 (0,001)**	0,104 (0,000)***
urb2	0,123 (0,000)***	0,020 (0,280)	0,049 (0,007)**	0,023 (0,211)	0,049 (0,007)**
urb3	0,005 (0,796)	-0,103 (0,000)***	0,022 (0,222)	-0,083 (0,000)***	0,003 (0,859)
urb4	0,125 (0,000)***	0,028 (0,127)	0,044 (0,015)*	0,032 (0,073)	0,042 (0,019)*
urb5	0,030 (0,100)	0,068 (0,000)***	0,101 (0,000)***	0,078 (0,000)***	0,101 (0,000)***
socec1	0,077 (0,000)***	0,178 (0,000)***	-0,108 (0,000)***	0,165 (0,000)***	-0,105 (0,000)***
socec2	-0,027 (0,131)	-0,170 (0,000)***	0,170 (0,000)***	-0,156 (0,000)***	0,172 (0,000)***
socec3	0,089 (0,000)***	-0,034 (0,062)	0,110 (0,000)***	-0,029 (0,108)	0,115 (0,000)***
socec4	-0,070 (0,000)***	-0,208 (0,000)***	0,106 (0,000)***	-0,193 (0,000)***	0,108 (0,000)***
socec5	0,043 (0,017)**	0,164 (0,000)***	-0,112 (0,000)***	0,157 (0,000)***	-0,116 (0,000)***
amb1	0,166 (0,000)***	-0,006 (0,758)	-0,033 (0,068)	-0,018 (0,309)	-0,026 (0,150)
amb2	0,158 (0,000)***	0,100 (0,000)***	-0,021 (0,255)	0,071 (0,000)***	-0,001 (0,975)
app1	0,348 (0,000)***	-0,034 (0,062)	0,002 (0,903)	-0,038 (0,037)*	0,003 (0,884)
app2	0,024 (0,187)	-0,176 (0,000)***	0,117 (0,000)***	-0,157 (0,000)***	0,100 (0,000)***
app3	0,224 (0,000)***	0,048 (0,008)**	0,095 (0,000)***	0,052 (0,004)**	0,095 (0,000)***
Spearman					
urb1	0,194 (0,000)***	-0,001 (0,972)	0,278 (0,000)***	0,035 (0,050)	0,268 (0,000)***
urb2	0,190 (0,000)***	-0,065 (0,000)***	0,250 (0,000)***	-0,035 (0,054)	0,230 (0,000)***
urb3	-0,001 (0,951)	-0,048 (0,008)**	0,211 (0,000)***	-0,018 (0,309)	0,172 (0,000)***
urb4	0,092 (0,000)***	0,144 (0,000)***	0,148 (0,000)***	0,153 (0,000)***	0,136 (0,000)***
urb5	0,044 (0,016)*	0,206 (0,000)***	0,173 (0,000)***	0,220 (0,000)***	0,163 (0,000)***
socec1	0,027 (0,142)	0,351 (0,000)***	-0,090 (0,000)***	0,324 (0,000)***	-0,081 (0,000)***
socec2	0,041 (0,025)*	-0,317 (0,000)***	0,114 (0,000)***	-0,289 (0,000)***	0,116 (0,000)***
socec3	0,199 (0,000)***	-0,085 (0,000)***	0,083 (0,000)***	-0,071 (0,000)***	0,099 (0,000)***
socec4	-0,083 (0,000)***	-0,362 (0,000)***	0,059 (0,001)**	-0,338 (0,000)***	0,047 (0,010)*
socec5	-0,015 (0,395)	0,302 (0,000)***	-0,037 (0,040)*	0,287 (0,000)***	-0,041 (0,023)*

Continua...

Todos os municípios (n = 3.057)					
Variáveis dependentes	**inund1**	**inund2**	**inund3**	**inund4**	**inund5**
Spearman					
amb1	0,213 (0,000)***	-0,029 (0,111)	-0,176 (0,000)***	-0,067 (0,000)***	-0,155 (0,000)***
amb2	0,223 (0,000)***	0,063 (0,000)***	-0,217 (0,000)***	0,016 (0,378)	-0,177 (0,000)***
app1	0,213 (0,000)***	-0,152 (0,000)***	-0,043 (0,019)*	-0,155 (0,000)***	-0,051 (0,005)**
app2	0,056 (0,002)**	-0,350 (0,000)***	0,175 (0,000)***	-0,310 (0,000)***	0,138 (0,000)***
app3	0,250 (0,000)***	-0,117 (0,000)***	0,033 (0,070)	-0,100 (0,000)***	0,028 (0,118)
Kendall					
urb1	0,141 (0,000)***	0,000 (0,988)	0,185 (0,000)***	0,024 (0,048)*	0,178 (0,000)***
urb2	0,139 (0,000)***	-0,044 (0,000)***	0,168 (0,000)***	-0,024 (0,047)*	0,154 (0,000)***
urb3	0,000 (0,991)	-0,029 (0,015)*	0,143 (0,000)***	-0,011 (0,383)	0,116 (0,000)***
urb4	0,067 (0,000)***	0,095 (0,000)***	0,102 (0,000)***	0,102 (0,000)***	0,094 (0,000)***
urb5	0,032 (0,014)*	0,138 (0,000)***	0,119 (0,000)***	0,148 (0,000)***	0,112 (0,000)***
socec1	0,019 (0,142)	0,238 (0,000)***	-0,061 (0,000)***	0,221 (0,000)***	-0,055 (0,000)***
socec2	0,028 (0,031)*	-0,213 (0,000)***	0,077 (0,000)***	-0,196 (0,000)***	0,079 (0,000)***
socec3	0,089 (0,000)***	-0,058 (0,000)***	0,057 (0,000)***	-0,048 (0,000)***	0,068 (0,000)***
socec4	-0,061 (0,000)***	-0,284 (0,000)***	0,039 (0,001)**	-0,232 (0,000)***	0,031 (0,011)*
socec5	-0,010 (0,432)	0,203 (0,000)***	-0,024 (0,048)*	0,194 (0,000)***	-0,027 (0,025)*
amb1	0,156 (0,000)***	-0,019 (0,125)	-0,119 (0,000)***	-0,044 (0,000)***	-0,104 (0,000)***
amb2	0,162 (0,000)***	0,043 (0,000)***	-0,151 (0,000)***	0,014 (0,234)	-0,121 (0,000)***
app1	0,156 (0,000)***	-0,101 (0,000)***	-0,029 (0,018)*	-0,103 (0,000)***	-0,034 (0,005)**
app2	0,041 (0,002)**	-0,232 (0,000)***	0,119 (0,000)***	-0,206 (0,000)***	0,094 (0,000)***
app3	0,185 (0,000)***	-0,075 (0,000)***	0,020 (0,095)	-0,064 (0,000)***	0,017 (0,152)
Municípios > 100.000 habitantes (n = 205)					
Variáveis dependentes	**inund1**	**inund2**	**inund3**	**inund4**	**inund5**
Pearson					
urb1	-0,080 (0,254)	0,145 (0,038)*	0,181 (0,009)**	0,168 (0,016)*	0,189 (0,007)**
urb2	0,187 (0,007)**	0,044 (0,534)	0,058 (0,411)	0,046 (0,511)	0,061 (0,384)
urb3	-0,240 (0,001)**	0,092 (0,188)	0,038 (0,586)	0,113 (0,108)	0,037 (0,598)
urb4	0,147 (0,036)**	0,024 (0,736)	-0,005 (0,939)	0,029 (0,679)	-0,007 (0,918)
urb5	-0,113 (0,107)	0,166 (0,018)*	-0,172 (0,014)*	0,196 (0,005)**	0,172 (0,014)*
socec1	-0,017 (0,812)	0,093 (0,187)	-0,064 (0,364)	0,086 (0,219)	-0,070 (0,316)
socec2	0,025 (0,722)	-0,032 (0,653)	0,268 (0,000)***	-0,027 (0,697)	0,281 (0,000)***
socec3	0,083 (0,235)	0,011 (0,879)	0,166 (0,018)*	0,007 (0,920)	0,166 (0,017)*
socec4	0,026 (0,715)	-0,158 (0,024)*	0,093 (0,185)	-0,149 (0,033)*	0,105 (0,136)
socec5	-0,071 (0,315)	0,064 (0,359)	-0,145 (0,038)*	0,066 (0,348)	-0,158 (0,024)*
amb1	0,230 (0,001)**	-0,062 (0,380)	-0,130 (0,064)	-0,087 (0,217)	-0,120 (0,086)
amb2	0,093 (0,185)	0,127 (0,069)	0,051 (0,466)	0,100 (0,154)	0,075 (0,288)
app1	0,504 (0,000)***	-0,068 (0,335)	-0,073 (0,298)	-0,087 (0,217)	-0,070 (0,318)
app2	0,087 (0,216)	-0,070 (0,320)	0,099 (0,158)	-0,055 (0,432)	0,081 (0,250)
app3	0,214 (0,002)**	0,140 (0,046)*	0,128 (0,068)	0,145 (0,038)*	0,123 (0,079)
Spearman					
urb1	0,024 (0,732)	0,241 (0,000)***	0,312 (0,000)***	0,285 (0,000)***	0,328 (0,000)***
urb2	0,035 (0,614)	0,147 (0,035)*	0,122 (0,081)	0,144 (0,039)	0,140 (0,046)*
urb3	-0,111 (0,114)	0,206 (0,003)**	0,201 (0,004)**	0,241 (0,001)**	0,208 (0,003)**
urb4	-0,136 (0,052)	0,182 (0,009)**	0,036 (0,613)	0,197 (0,005)**	0,024 (0,735)
urb5	-0,087 (0,214)	0,264 (0,000)***	0,267 (0,000)***	0,323 (0,000)***	0,266 (0,000)***
socec1	-0,078 (0,268)	0,156 (0,025)*	-0,130 (0,062)	0,167 (0,017)*	-0,143 (0,042)*
socec2	0,112 (0,109)	-0,096 (0,171)	0,269 (0,000)***	-0,119 (0,089)	0,286 (0,000)***
socec3	0,049 (0,488)	-0,044 (0,528)	0,138 (0,049)*	-0,060 (0,397)	0,139 (0,047)*
socec4	0,046 (0,514)	-0,190 (0,006)**	0,144 (0,040)*	-0,187 (0,007)**	0,140 (0,045)*
socec5	-0,156 (0,025)*	0,084 (0,230)	-0,171 (0,014)*	0,116 (0,097)	-0,189 (0,007)**

Continua...

Municípios > 100.000 habitantes (n = 205)					
Variáveis dependentes	**inund1**	**inund2**	**inund3**	**inund4**	**inund5**
Spearman					
amb1	0,142 (0,042)*	-0,133 (0,058)	-0,260 (0,000)***	-0,212 (0,002)**	-0,241 (0,001)**
amb2	0,146 (0,037)*	0,034 (0,625)	-0,062 (0,379)	-0,017 (0,806)	-0,024 (0,729)
app1	0,170 (0,015)*	-0,201 (0,004)**	-0,222 (0,001)**	-0,249 (0,000)***	-0,231 (0,001)**
app2	0,133 (0,058)	-0,084 (0,229)	0,197 (0,005)**	-0,063 (0,371)	0,168 (0,016)*
app3	0,281 (0,000)***	-0,014 (0,837)	0,056 (0,424)	-0,005 (0,945)	0,053 (0,453)
Kendall					
urb1	0,017 (0,731)	0,162 (0,001)**	0,213 (0,000)***	0,192 (0,000)***	0,222 (0,000)***
urb2	0,023 (0,636)	0,095 (0,044)*	0,082 (0,083)	0,094 (0,044)*	0,094 (0,046)*
urb3	-0,071 (0,157)	0,143 (0,003)**	0,144 (0,003)**	0,165 (0,001)**	0,149 (0,002)**
urb4	-0,093 (0,058)	0,122 (0,009)**	0,034 (0,474)	0,132 (0,005)**	0,028 (0,553)
urb5	-0,053 (0,281)	0,178 (0,000)***	0,183 (0,000)***	0,219 (0,000)***	0,180 (0,000)***
socec1	-0,052 (0,288)	0,106 (0,024)*	-0,079 (0,093)	0,113 (0,016)*	-0,086 (0,066)
socec2	0,076 (0,124)	-0,077 (0,102)	0,165 (0,000)***	-0,089 (0,057)	0,175 (0,000)***
socec3	0,032 (0,529)	-0,031 (0,516)	0,092 (0,057)	-0,039 (0,420)*	0,094 (0,050)
socec4	0,034 (0,484)	-0,128 (0,006)**	0,087 (0,063)	-0,127 (0,007)**	0,081 (0,084)
socec5	-0,107 (0,030)*	0,059 (0,212)	-0,105 (0,027)*	0,080 (0,090)	-0,117 (0,013)*
amb1	0,098 (0,045)*	-0,093 (0,047)*	-0,174 (0,000)***	-0,146 (0,002)**	-0,161 (0,001)**
amb2	0,099 (0,043)*	0,020 (0,669)	-0,051 (0,280)	-0,013 (0,774)	-0,027 (0,566)
app1	0,124 (0,012)*	-0,138 (0,003)**	-0,154 (0,001)**	-0,169 (0,000)***	-0,159 (0,001)**
app2	0,094 (0,056)	-0,060 (0,203)	0,129 (0,006)**	-0,041 (0,379)	0,107 (0,023)*
app3	0,199 (0,000)***	-0,011 (0,816)	0,040 (0,390)	-0,001 (0,979)	0,037 (0,427)

FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: urb1 = densidade demográfica (hab./km²); urb2 = população urbana absoluta (hab.); urb3 = população urbana relativa (%); urb4 = área construída absoluta (km²); urb5 = área construída relativa (%); socec1 = renda média per capita (BRL); socec2 = pobreza relativa (%); socec3 = índice de desigualdade de GINI; socec4 = taxa de analfabetismo da população acima dos 18 anos (%); socec5 = índice de desenvolvimento humano municipal; amb1 = cobertura vegetal absoluta (km²); amb2 = cobertura vegetal relativa (%); app1 = área do passivo de APP hídrica absoluta (km²); app2 = área do passivo de APP relativa à área total da APP (%); app3 = área do passivo de APP relativa à área total do município (%); inund1 = vulnerabilidade a inundações; inund2 = impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-HadGEM2-ES; inund3 = impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-MIROC5; inund4 = impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-HadGEM2-ES; inund5 = impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-MIROC5. Os coeficientes de correlação são apresentados com seus respectivos erros padrão em parênteses. A significância estatística é representada por asteriscos, em que * = valor-p < valor-α de 0,05; ** = valor-p < valor-α de 0,01; e *** = valor-p < valor-α de 0,001. Valores não significativos são apresentados em cinza.

Para todos os municípios, tendo as variáveis de vulnerabilidade a inundações como dependentes, a maioria das correlações com os parâmetros de urbanização foram não-importantes (89,06% das correlações estatisticamente significativas). Os valores que demonstraram correlação importante foram aqueles entre a variável de impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-HadGEM2-ES (inund2) e a área construída relativa (urb5); entre o impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-MIROC5 (inund3) e a densidade demográfica (urb1), a população urbana absoluta (urb2), e a população urbana relativa (urb3); entre o impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-HadGEM2-ES (inund4) e a área construída relativa (urb5); e entre

o impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-MIROC5 (inund5) e a densidade demográfica (urb1), e a população urbana absoluta (urb2).

Ao se considerar apenas os municípios acima de 100.000 habitantes, a maioria das correlações com os parâmetros de urbanização também foram não-importantes (63,64%). Uma correlação importante inversa apareceu entre a variável de vulnerabilidade a inundações (inund1) e a população urbana relativa (urb3), o que não era esperado por indicar que a vulnerabilidade é maior em cidades grandes com população urbana relativa menor. As outras correlações importantes, entretanto, foram todas positivas, sendo elas entre o impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-HadGEM2-ES (inund2) e a densidade demográfica (urb1), a população urbana relativa (urb3), e a área construída relativa (urb5); entre o impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-MIROC5 (inund3) e a densidade demográfica (urb1), a população urbana relativa (urb3), e a área construída relativa (urb5); entre o impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-HadGEM2-ES (inund4) e a densidade demográfica (urb1), a população urbana absoluta (urb2), e a área construída relativa (urb5); e entre o impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-MIROC5 (inund5) e a densidade demográfica (urb1), a população urbana relativa (urb3), e a área construída relativa (urb5).

Embora a maioria das correlações entre os parâmetros de vulnerabilidade a inundações e de urbanização em todos os municípios da Mata Atlântica e naqueles com mais de 100.000 habitantes seja não-importante (78,10%), houveram correlações positivas conforme esperado, mas não o suficiente para de fato confirmar a hipótese de que a vulnerabilidade a inundações é maior em municípios mais urbanizados.

Agora, a maioria das correlações com os parâmetros socioeconômicos também foram não-importantes (77,94%) considerando todos os municípios. Dentre as importantes, estão as correlações entre o impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-HadGEM2-ES (inund2) e a renda média per capita (socec1), a pobreza relativa (socec2), a taxa de analfabetismo (socec4), e o IDHm (socec5); e entre o impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-HadGEM2-ES (inund4) e a renda média per capita (socec1), a pobreza relativa (socec2), a taxa de analfabetismo (socec4), e o IDHm (socec5).

A maioria das correlações entre vulnerabilidade a inundações e condições socioeconômicas também foram não-importantes considerando o grupo dos municípios acima de 100.000 habitantes (87,50%). Apenas as correlações entre os

impactos das inundações 2011-2040 RCP 4.5 e RCP 8.5 Eta-MIROC5 (inund3 e inund5) e a pobreza relativa (socec2) foram importantes.

Como a maioria das correlações entre os parâmetros de vulnerabilidade a inundações e os socioeconômicos foram não-importantes, tanto para todos os municípios da Mata Atlântica quanto para as cidades grandes, a hipótese de que a vulnerabilidade é maior em municípios com piores condições socioeconômicas também não se sustenta. Inclusive, relações importantes demonstraram maiores impactos previstos até 2040, considerando os cenários RCP 4.5 e 8.5 e o modelo climático Eta-HadGEM2-ES, em municípios com maiores renda per capita e IDHm, menos pobres e com menores taxas de analfabetismo, quando considerado o grupo com todos os municípios – contrário do que era esperado.

Por fim, para todos os municípios, correlações com os parâmetros ambientais (inclusive APP) foram consideradas não-importantes em 80,70% dos casos. As demais correlações encontradas foram entre as variáveis vulnerabilidade a inundações (inund1) e cobertura vegetal absoluta (amb1) e relativa (amb2), área do passivo de APP hídrica absoluta (app1), e área relativa do passivo de APP em relação à área total do município (app3); entre impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-HadGEM2-ES (inund2) e área relativa do passivo de APP em relação a área total da APP (app2); entre impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-MIROC5 (inund3) e cobertura vegetal relativa (amb2); e entre impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-HadGEM2-ES (inund4) e área relativa do passivo de APP em relação a área total da APP (app2). Nesse caso, correlações positivas com os parâmetros ambientais (amb1 e amb2) e correlações inversas com as variáveis de APP (app1, app2 e app3) não eram esperadas, mas ocorreram em metade das correlações importantes.

Da mesma forma, para os municípios acima de 100.000 habitantes, a maioria das correlações com os parâmetros ambientais (inclusive APP) foram não-importantes (65,62%), uma correlação foi forte e o restante foi fraca. A principal correlação encontrada foi entre a vulnerabilidade a inundações (inund1) e a área do passivo de APP hídrica absoluta (app1), com $r_{xy} = 0,504$, indicando que nas cidades grandes com maiores passivos absolutos de APP ocorrem inundações com maior frequência e impacto, conforme esperado. As demais correlações apareceram entre a variável vulnerabilidade a inundações (inund1) e cobertura vegetal absoluta (amb1), e área do passivo de APP relativa à área total do município (app3); entre impacto das

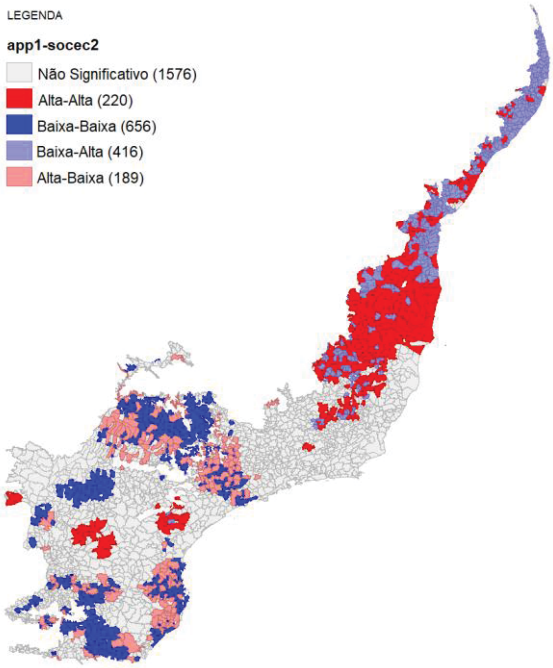
inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-HadGEM2-ES (inund2) e área do passivo de APP absoluta (app1); entre impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-MIROC5 (inund3) e cobertura vegetal absoluta (amb1), e área do passivo de APP absoluta (app1); entre impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-HadGEM2-ES (inund4) e cobertura vegetal absoluta (amb1), e área do passivo de APP absoluta (app1); e entre impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-MIROC5 (inund5) e cobertura vegetal absoluta (amb1), e área do passivo de APP absoluta (app1). Aqui também não se esperava encontrar correlações positivas entre os parâmetros de vulnerabilidade a inundações e as variáveis ambientais, nem correlações inversas com as variáveis de APP.

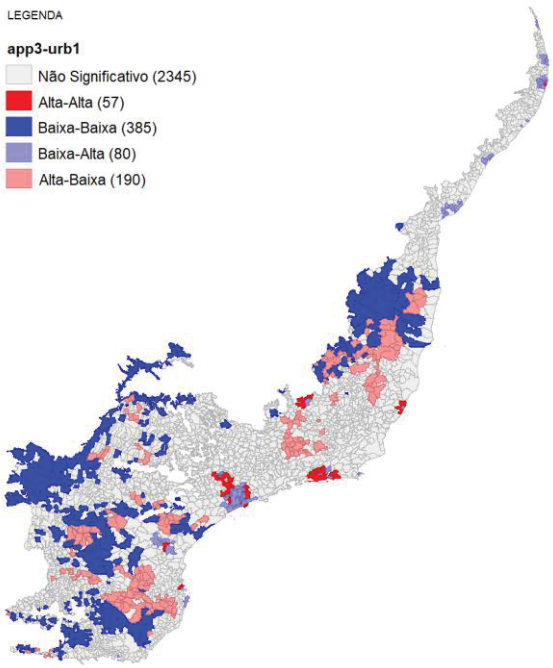
A maioria das correlações entre os parâmetros de vulnerabilidade a inundações e os ambientais (inclusive APP) foram não-importantes, seja para todos os municípios da Mata Atlântica ou para as cidades grandes. Por isso, a hipótese de que a vulnerabilidade a inundações é maior em municípios tanto com menor cobertura vegetal no geral quanto com menor cobertura vegetal dentro de APP não é completamente confirmada, com os resultados demostrando que este nem sempre é o caso e que, por isso, outros fatores relacionados à bacia hidrográfica precisam ser levados em consideração ao se avaliar a vulnerabilidade a inundações. Ainda assim, destaca-se que a variável que demonstra o histórico de ocorrência de inundações (inund1) é maior em municípios com menor cobertura vegetal em APP.

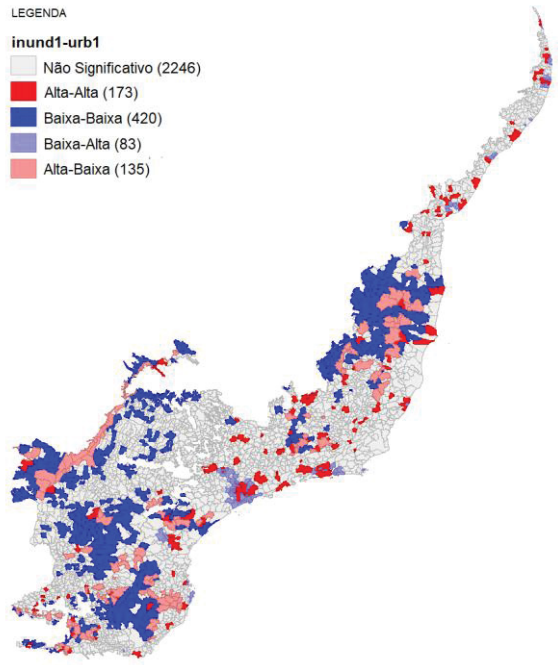
4.1.4 Análises de indicadores de associação espacial entre os parâmetros analisados

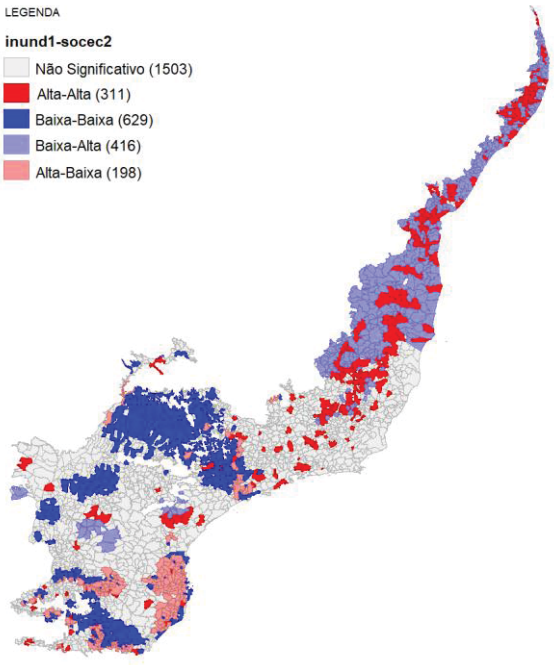
As variáveis do grupo de todos os municípios da Mata Atlântica foram adicionalmente avaliadas por meio da análise local bivariada de Moran I, para explorar possíveis clusters espaciais de associação. Não foi realizada a análise espacial para o grupo dos municípios com população acima de 100.000 habitantes devido a sua distribuição dispersa pelo bioma. No total, 111 mapas foram gerados. Em apenas um deles mais da metade dos municípios tiveram correlações estatisticamente significativas: o mapa da correlação entre as variáveis de vulnerabilidade a inundações (inund1) e pobreza relativa (socec2), com 1.554 municípios com relações significativas dentre os 3.057 (50,83%), conforme FIGURA 30.

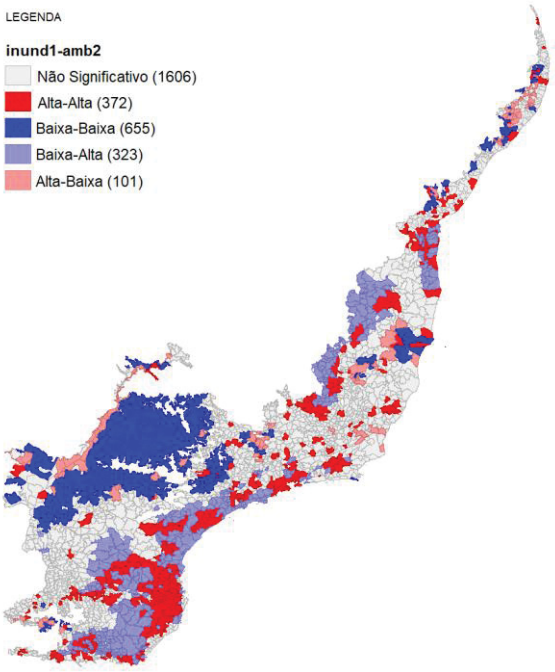
FIGURA 30 – SELEÇÃO DE MAPAS DA ANÁLISE LOCAL BIVARIADA DE MORAN I PARA TODOS OS MUNICÍPIOS DA MATA ATLÂNTICA

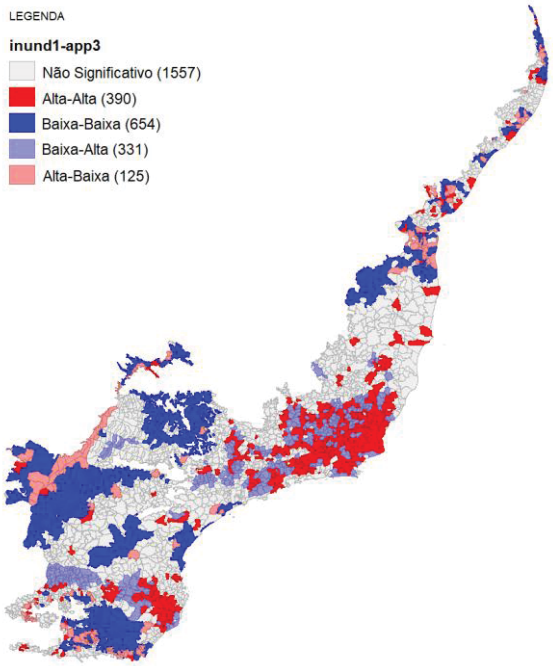


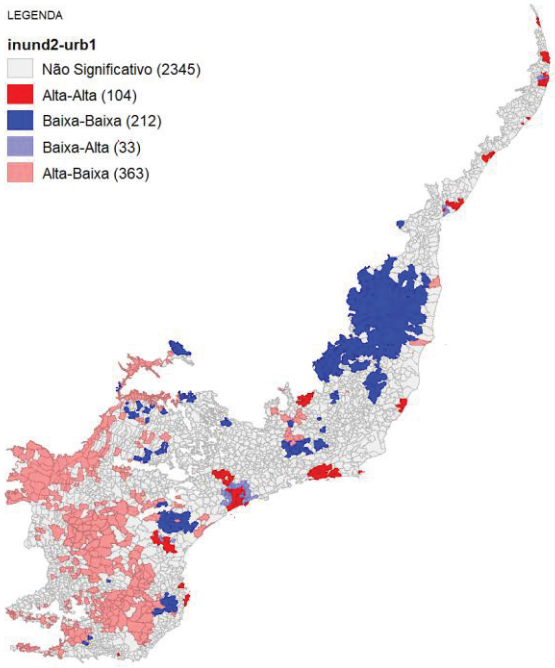


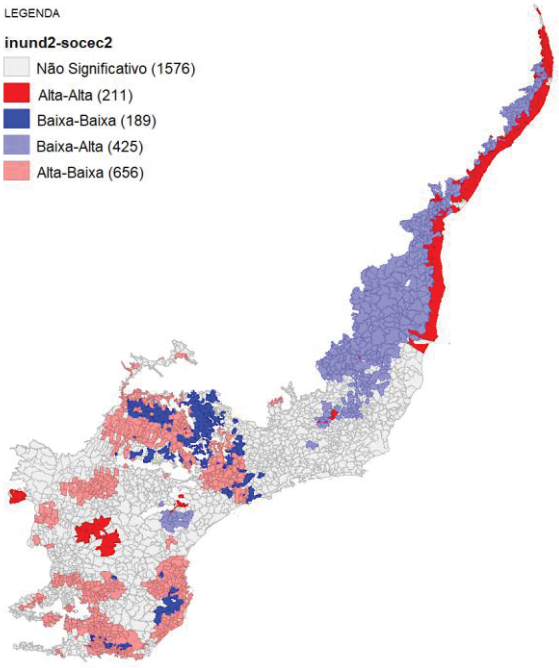


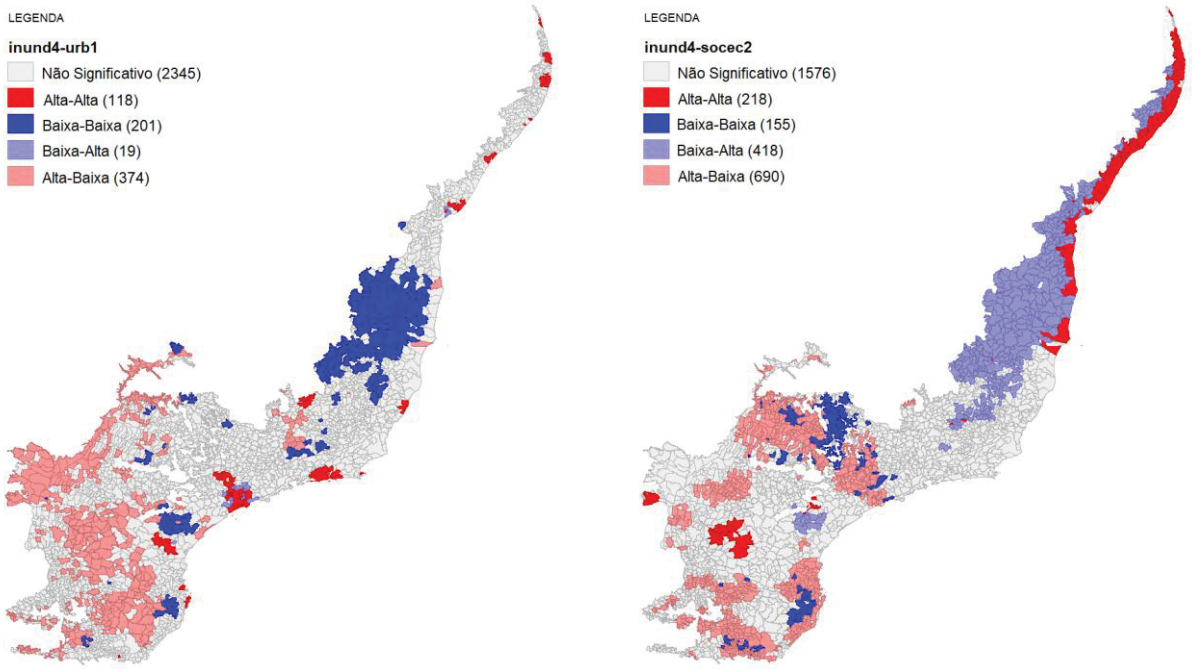



LEGENDA
inund1-amb2
Não Significativo (1606)
Alta-Alta (372)
Baixa-Baixa (655)
Baixa-Alta (323)
Alta-Baixa (101)


LEGENDA
inund1-app3
Não Significativo (1557)
Alta-Alta (390)
Baixa-Baixa (654)
Baixa-Alta (331)
Alta-Baixa (125)


LEGENDA
inund2-urb1
Não Significativo (2345)
Alta-Alta (104)
Baixa-Baixa (212)
Baixa-Alta (33)
Alta-Baixa (363)


LEGENDA
inund2-socec2
Não Significativo (1576)
Alta-Alta (211)
Baixa-Baixa (189)
Baixa-Alta (425)
Alta-Baixa (656)



FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: urb1 = densidade demográfica (hab./km²); socec2 = pobreza relativa (%); amb2 = cobertura vegetal relativa (%); app1 = área do passivo de APP hídrica absoluta (km²); app3 = área do passivo de APP relativa à área total do município (%); inund1 = vulnerabilidade a inundações; inund2 = impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-HadGEM2-ES; inund4 = impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-HadGEM2-ES; não significativo = correlações não-significativas, valor-p > valor-α de 0,05; alta-alta = classe com altos valores da variável dependente cercados por altos valores da variável independente; baixa-baixa = classe com baixos valores da variável dependente cercados por baixos valores da variável independente; alta-baixa = classe com baixos valores da variável dependente cercados por altos valores da variável independente; alta-baixa = classe com altos valores da variável dependente cercado por baixos valores da variável independente.

Considerando apenas as correlações significativas, quatro mapas apresentaram mais de 50% dos municípios concentrados em um dos quatro resultados possíveis (classes Alta-Alta, Baixa-Baixa, Baixa-Alta, e Alta-Baixa), apresentados também na FIGURA 30: área do passivo de APP relativa à área total do município (app3) e densidade demográfica (urb1), com 385 municípios na classe Baixa-Baixa (54,07% das correlações significativas); vulnerabilidade a inundações (inund1) e densidade demográfica (urb1), com 420 municípios na classe Baixa-Baixa (51,79%); impacto das inundações 2011-2040 RCP 4.5 Eta-HadGEM2-ES (inund2) e densidade demográfica (urb1), com 363 municípios na classe Alta-Baixa (50,98%); e impacto das inundações 2011-2040 RCP 8.5 Eta-HadGEM2-ES (inund4) e densidade demográfica (urb1), com 374 municípios na classe Alta-Baixa (52,53%).

Ainda na FIGURA 30, destacam-se também cinco mapas que apresentam mais de 20% dos municípios com correlação em uma das quatro classes possíveis,

considerando todas as correlações, significativas ou não: entre área do passivo de APP absoluta (app1) e pobreza relativa (socec2), com 656 municípios na classe Baixa-Baixa (21,46%); entre vulnerabilidade a inundações (inund1) e cobertura vegetal relativa (amb2), com 655 municípios na classe Baixa-Baixa (21,43%), e área do passivo de APP relativa à área total do município (app3), com 654 municípios na classe Baixa-Baixa (21,39%); e entre impacto das inundações 2011-2040 Eta-HadGEM2-ES RCP 4.5 (inund2) e RCP 8.5 (inund4) com pobreza relativa (socec2), com 656 municípios na classe Alta-Baixa (21,46%) e 690 municípios na classe Alta-Baixa (22,57%), respectivamente.

As correlações espaciais entre área do passivo de APP absoluta (app1) e pobreza relativa (socec2) foram na maioria não significativas (51,55%). Dentre as significativas, a classe Baixa-Baixa foi a que apresentou maior número de municípios (656; 21,46% de todas as correlações; 44,29% das correlações significativas), com clusters no estado de São Paulo, no noroeste do Paraná, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. Esse resultado indica locais onde há correlação positiva entre as variáveis, isso é, o passivo de APP absoluta é menor, então a cobertura em APP é maior, quando a pobreza é menor. Depois veio a classe Baixa-Alta, com 416 municípios nos estados da Região Nordeste. Aqui, a correlação entre as variáveis é inversa, isso é, o passivo de APP absoluta é menor, então a cobertura em APP é maior, quando a pobreza é maior. A classe Alta-Alta teve 220 municípios também no Nordeste, principalmente na Bahia, e em Minas Gerais, além do Paraná. E por fim a classe Alta-Baixa teve apenas 189 municípios em São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os coeficientes entre essas variáveis, calculados anteriormente, são $r_{xy} = 0,061$; $r_s = 0,156$; e $\tau = 0,105$. Isso mostra que a análise espacial identifica clusters de correlação que os coeficientes no geral não conseguem detectar.

Já as correlações espaciais entre a área do passivo de APP relativa à área total do município (app3) e a densidade demográfica (urb1) também foram em sua maioria não-significativas (76,71%). Dentre as significativas, a classe Baixa-Baixa apresentou maior número de municípios (385; 12,59% de todas as correlações; 54,07% das correlações significativas). Os clusters dessa classe estão na porção nordeste de Minas Gerais, em Goiás, no Mato Grosso do Sul, na parte central do Paraná, e no Rio Grande do Sul. Em segundo lugar, ficou a classe Alta-Baixa (190) com clusters em Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Depois Baixa-Alta (80), que aparece pontualmente nos estados do Nordeste, em São Paulo capital

e seu entorno, e também ao redor de Curitiba. Por fim, Alta-Alta (57), na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e em São Paulo. Os coeficientes calculados anteriormente são r_{xy} = não-significativo; r_s = 0,114; e τ = 0,076.

Dentre as correlações espaciais do índice de vulnerabilidade a inundações (inund1) com a densidade demográfica (urb1), 73,47% foram não-significativas. Considerando apenas as significativas, a classe Baixa-Baixa foi a que mais apareceu (em 420 municípios; 13,74% de todas as correlações; 51,79% das correlações significativas), com clusters no nordeste de Minas Gerais, no noroeste do estado de São Paulo, em Goiás, no Mato Grosso do Sul e no centro dos estados da Região Sul. Em seguida, está a classe Alta-Alta (173), que aparece em municípios de forma mais dispersa, sem a formação de grandes clusters. Depois, a classe Alta-Baixa (135) aparece em Minas Gerais, na divisa entre São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná, e em Santa Catarina. Por fim, a classe Baixa-Alta (83) foi encontrada principalmente no entorno da cidade de São Paulo, em direção ao interior do estado. Os coeficientes calculados são r_{xy} = 0,040; r_s = 0,194; e τ = 0,141.

Por sua vez, as correlações espaciais entre o índice de vulnerabilidade a inundações (inund1) e a pobreza relativa (socec2) foram em sua maioria significativas (50,83%). A classe predominante foi a Baixa-Baixa (com 629 municípios; 20,58% de todas as correlações; 40,48% das correlações significativas). Os clusters dessa classe apareceram por todo o estado de São Paulo, no noroeste do Paraná, e na porção mais ao sul do bioma. Em segundo lugar, a classe Baixa-Alta (416) foi identificada em todos os estados da Região Nordeste, além de Minas Gerais. A classe Alta-Alta vem em seguida (311) principalmente no Nordeste, Minas Gerais, no litoral na divisa entre São Paulo e Paraná. Por último, a classe Alta-Baixa (198) aparece em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. Os coeficientes calculados anteriormente entre vulnerabilidade a inundações e pobreza relativa são r_{xy} = não-significativo; r_s = 0,041; e τ = 0,028.

As correlações espaciais entre a vulnerabilidade a inundações (inund1) e a cobertura vegetal relativa (amb2) foram em sua maioria não-significativas (52,53%). A principal classe dentre as correlações significativas foi a Baixa-Baixa (com 655 municípios; 21,43% de todas as correlações; 45,14% das correlações significativas), principalmente em São Paulo e na porção noroeste do Paraná. Em seguida, a classe Alta-Alta (372) aparece em todos os estados, principalmente em um grande cluster em Santa Catarina. Depois, a classe Baixa-Alta (323) aparece em Minas Gerais, e de

São Paulo ao Rio Grande do Sul, sempre com maior proximidade da costa. Por fim, a classe Alta-Baixa (101) foi identificada no Nordeste, em Minas Gerais, e na divisa entre São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná. Os coeficientes calculados foram r_{xy} = 0,158; r_s = 0,223; e τ = 0,162.

Ainda considerando a vulnerabilidade a inundações (inund1), mas agora em relação ao passivo de APP relativo à área total do município (app3), as correlações espaciais foram em sua maioria não-significativas (50,93%). Dentre as significativas, a classe Baixa-Baixa foi predominante (654; 21,39% de todas as correlações; 43,60% das correlações significativas). Essa classe aparece no Nordeste, principalmente Rio Grande do Norte e Paraíba, além de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul. Depois vem a classe Alta-Alta (390), que aparece no Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, além de parte da costa e centro de Santa Catarina. A classe Baixa-Alta (331) aparece permeada pela Alta-Alta na região entre Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, e em Santa Catarina entre a costa e a parte central do estado, e também a oeste. Por último, a classe Alta-Baixa (125) é identificada principalmente na Bahia, na região de Ilhéus, e na divisa entre São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná. Os coeficientes foram r_{xy} = 0,224; r_s = 0,250; e τ = 0,185.

As correlações espaciais entre o impacto das inundações no cenário RCP 4.5 e no modelo Eta-HadGEM2-ES (inund2) e a densidade demográfica (urb1) são na maioria não-significativas (76,71%), mesma proporção encontrada entre cenário RCP 8.5 (inund4) e a densidade demográfica. Nos dois casos, destaca-se a classe Alta-Baixa dentre as correlações significativas, com 363 municípios (11,87% de todas as correlações; 50,98% das correlações significativas) considerando inund2, e com 374 municípios (12,23%; 52,53%) considerando inund4. Ambos se concentram em Goiás, na divisa entre São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. Em seguida aparece a classe Baixa-Baixa, com 212 (inund2) e 211 (inund4) municípios na Bahia, Minas Gerais, no Vale do Ribeira em São Paulo e no Paraná, e em Santa Catarina. Depois Alta-Alta (104 inund2; 118 inund4), principalmente no entorno das capitais. E, por fim, Baixa-Alta (33 inund2; 19 inund4), próximo a São Paulo capital. Os coeficientes de correlação calculados anteriormente entre essas variáveis foram r_{xy} = 0,050; r_s = não-significativo; e τ = não-significativo (inund2) e r_{xy} = 0,059; r_s = não-significativo; e τ = 0,024 (inund4).

Finalmente, dentre as correlações espaciais entre ambos impactos das inundações no modelo Eta-HadGEM2-ES e nos cenários RCP 4.5 (inund2) e RCP 8.5 (inund4) e pobreza relativa (socec2), a maioria foi não-significativa (51,55%). A classe Alta-Baixa destaca-se dentre as correlações significativas, com 656 municípios (21,46% de todas as correlações; 44,29% das correlações significativas) considerando inund2, e 690 municípios (22,57%; 46,59%) considerando inund4, distribuídos por São Paulo, noroeste do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em segundo lugar aparece a classe Baixa-Alta (425 inund2; 418 inund4), nos estados do Nordeste, Minas Gerais e no Vale do Ribeira. Depois a classe Alta-Alta (211 inund2; 218 inund4), por todo litoral nordestino, e na área central do Paraná. E por último a classe Baixa-Baixa (189 inund2; 155 inund4), em São Paulo e em Santa Catarina. Os coeficientes de correlação calculados anteriormente foram r_{xy} = -0,170; r_s = -0,317; e τ = -0,213 (inund2) e r_{xy} = -0,156; r_s = -0,317; e τ = -0,196 (inund4).

Destas 10 correlações espaciais, quatro haviam sido exploradas na análise anterior devido aos outros coeficientes de correlação calculados terem sido importantes (inund1 e amb2; inund1 e app3; inund2 e socec2; inund4 e socec2). Nesses, a direção da classe de correlação espacial predominante, positiva ou inversa, foi a mesma que a dos outros coeficientes (inund1 e amb2 positiva; inund1 e app3 positiva; inund2 e socec2 inversa; inund4 e socec2 inversa). As correlações espaciais, porém, demonstram as complexidades das correlações ao indicar clusters onde as relações são diferentes da predominante, indicando áreas que podem ser estudadas em maior detalhe. As outras seis correlações espaciais identificaram clusters importantes onde os demais coeficientes não conseguiram indicar, com predominância da classe Baixa-Baixa para app1 e socec2, app3 e urb1, inund1 e urb1, e inund1 e socec2; e da classe Alta-Baixa para inund2 e urb1, e inund4 e urb1. Destas seis correlações espaciais, três mostraram clusters predominantes onde a hipótese inicial se confirma (app1 e socec2; app3 e urb1; inund1 e urb1), enquanto três mostraram clusters predominantes onde a hipótese inicial é rejeitada (inund1 e socec2; inund2 e urb1; inund4 e urb1).

4.1.5 Discussão dos resultados sobre as relações entre APPs hídricas e indicadores de urbanização, socioeconômicos, ambientais e de vulnerabilidade a inundações na Mata Atlântica

Esta pesquisa buscou caracterizar os municípios da Mata Atlântica quanto a parâmetros urbanos, socioeconômicos, ambientais e de vulnerabilidade a inundações, e investigar a correlação entre eles. Com base nisso, pretendeu responder se a cobertura vegetal em APP é menor em municípios mais urbanizados, com melhores condições socioeconômicas, e com menor cobertura vegetal no geral; e se a vulnerabilidade a inundações é maior em municípios mais urbanizados, com piores condições socioeconômicas, e com menor cobertura vegetal.

Os resultados encontrados indicam que, em sua maioria, não há correlação importante entre cobertura vegetal em APP e urbanização, a não ser para as cidades grandes, com população acima de 100.000 habitantes. Principalmente nestes municípios, a correlação foi contrária ao esperado, com menor passivo e, então, maior cobertura vegetal em APP, nas cidades mais urbanizadas, e vice-versa. Portanto, esse resultado mostra que a proteção da vegetação ripária em APP pode ser compatível com a urbanização, o que difere-se de estudos em que variáveis indicadoras de urbanização se mostraram fortes preditoras da baixa quantidade de floresta urbana (HETRICK et al., 2013; HE et al., 2014; DOBBS et al, 2017; MARTINUZZI et al., 2017; RICHARDS et al., 2017; JIA et al, 2018), e especialmente da vegetação ripária (GUIDA-JOHNSON et al., 2017; OLOKEOGUM; KUMAR, 2020).

Entretanto, ao estudarem 68.651 áreas urbanas em todo o mundo, Wu et al. (2019b) encontraram diferentes correlações – não-importantes, positivas e negativas – entre urbanização e floresta urbana, dependendo do grau de urbanização e do tipo de ecossistema. Inclusive, os autores apresentam correlações positivas fortes indicando cidades mais urbanizadas com maior cobertura vegetal. Eles acreditam que essa relação positiva pode ter sido encontrada devido, entre outros fatores, ao planejamento e gestão dos benefícios gerados pela floresta urbana. Todavia, os autores não encontraram esses resultados em ecossistemas tropicais ou subtropicais, como é a Mata Atlântica. Nestes ecossistemas, quanto mais urbanizados, piores eram os parâmetros de vegetação das áreas estudadas.

Como esta pesquisa trata da cobertura vegetal em APP e não da floresta urbana como um todo, questionam-se os motivos das cidades grandes da Mata Atlântica apresentarem menores passivos em municípios mais urbanizados – se nas cidades grandes há maior consciência dos benefícios gerados pela vegetação ripária em APP, se essas e demais áreas desses municípios são melhor planejadas e geridas, se isso ocorre por maior disponibilidade de recursos financeiros ou humanos,

ou se simplesmente são áreas onde não houve interesse de ocupação. Sugere-se a realização de estudos que explorem esses motivos.

Quanto às condições socioeconômicas, embora 59,57% das correlações com a cobertura vegetal em APP tenha sido não-importante, tanto para todos os municípios quanto para as cidades grandes, as demais correlações indicam o contrário do esperado, com menor passivo de APP em municípios com maiores renda e IDHm, e menores pobreza, analfabetismo e desigualdade. Esse resultado mostra que o desenvolvimento socioeconômico, assim como a urbanização, pode ser compatível com a conservação da vegetação ripária em APP.

Considerando a floresta urbana como um todo, Martinuzzi et al. (2017) não encontraram correlações importantes entre a cobertura vegetal e a renda em Porto Rico, por exemplo. Os autores inclusive destacam que relações entre vegetação e condições socioeconômicas são encontradas principalmente em estudos realizados no norte global. No Brasil, Hetrick et al. (2013) se depararam com baixa cobertura vegetal em setores de alta renda em Altamira, no Pará; e Arantes et al. (2021) mostraram correlação inversa entre cobertura da floresta urbana e renda na cidade de São Paulo, influenciada pela presença de remanescentes de vegetação nativa em áreas periféricas do município.

Contudo, assim como nesta pesquisa, diversos estudos encontraram correlações entre parâmetros socioeconômicos e de floresta urbana de forma positiva. Entre eles, pesquisas de correlação com o PIB e o índice de desigualdade de GINI em 100 cidades por todo o mundo (DOBBS et al., 2017), com o PIB no Sudeste Asiático (RICHARDS et al., 2017), e com a educação e a renda nos Estados Unidos (SCHWARZ et al., 2015; MILLS et al., 2016; FAN et al., 2019; NESBITT et al., 2019). Machado et al. (2019) encontraram correlações importantes entre ocorrência de inundações, baixa cobertura vegetal e baixo IDHm em Salvador, na Bahia. Considerando especificamente as APPs, Rezende et al. (2018a) viram que o passivo de APP é maior quando a pobreza é maior e quando o IDHm é menor nos municípios do estado do Rio de Janeiro.

Algo importante a ser destacado é que o resultado encontrado neste estudo pode indicar que o acesso aos benefícios gerados pela proteção de APPs especificamente, e pela floresta urbana no geral, não alcança pessoas em piores situações socioeconômicas e que, por isso, é necessário que estudos investiguem essa realidade e que políticas públicas garantam justiça socioambiental. Inclusive, há

evidências de que áreas com piores condições socioeconômicas se beneficiam mais dos serviços ecossistêmicos para a saúde humana quando tem acesso a eles através da floresta urbana, por exemplo (VAN DEN BERG et al., 2015; Organização Mundial da Saúde – OMS, 2017; KONDO et al., 2020).

As correlações entre a cobertura vegetal em APP com os parâmetros ambientais, por sua vez, foram na sua maioria importantes e fortes (37,04%), principalmente nas cidades grandes. A hipótese de que a cobertura em APP é menor, ou o passivo é maior, em municípios onde a cobertura vegetal no geral é menor, então, é confirmada.

Passando para as correlações com os parâmetros de vulnerabilidade a inundações como variáveis dependentes, a maioria delas com os parâmetros de urbanização e socioeconômicos foi não-importante, tanto para todos os municípios quanto para as cidades grandes, mostrando que não são necessariamente os municípios mais urbanizados ou com as piores condições socioeconômicas aqueles que mais sofrem e sofrerão os impactos potenciais das inundações. A literatura específica, entretanto, mostra alta correlação entre inundações e urbanização (CHO; CHANG, 2017; MUSTAFA et al., 2018; BAE; CHANG, 2019; DU et al., 2019; HODGKINS et al, 2019) e condições socioeconômicas (RUFAT et al., 2015; CHO; CHANG, 2017; IMRAN et al., 2019). Aqui, há uma lacuna importante: a escala dos dados utilizados. Investigações locais, dentro dos municípios, podem mostrar relações diferentes das encontradas nesta pesquisa. Por isso, os resultados encontrados aqui não necessariamente contradizem a literatura e exigem investigações adicionais.

Outra lacuna relevante desta pesquisa é a defasagem dos dados de população e de variáveis socioeconômicas (IBGE 2010; PNUD; IPEA; FJP, 2013). Esperava-se contar com os dados preliminares do Censo Demográfico de 2020, que foi prorrogado ainda sem definição se ocorrerá de fato em 2022 (IBGE, 2022). Embora sejam os únicos dados oficiais disponíveis, dados de 10 anos atrás podem ter prejudicado esta pesquisa, principalmente em municípios com maior crescimento populacional e desenvolvimento socioeconômico. Sugere-se, então, que as correlações sejam refeitas à luz de novos dados, quando disponíveis, para estudar se as tendências encontradas aqui permanecem.

Por fim, a hipótese de que a vulnerabilidade a inundações é maior em municípios com piores parâmetros ambientais também não foi confirmada, aqui também provavelmente devido à natureza e escala das variáveis utilizadas. Há

diversas evidências da influência da cobertura vegetal sobre a atenuação das inundações (CHESHMIDARI et al., 2017; GUIDA-JOHNSON et al., 2017; BAI et al., 2018; LI et al., 2019), embora o mesmo não tenha sido encontrado aqui para o nível municipal.

Os municípios da Mata Atlântica foram selecionados como unidades de análise desta pesquisa devido a maioria dos dados utilizados serem disponibilizados por município, exclusivamente. Sabe-se, entretanto, que o recorte de bacia hidrográfica é importante em estudos sobre inundações e é inclusive adotado para a gestão hídrica no Brasil (BRASIL, 1997; BESKOW et al., 2018). O uso da bacia hidrográfica como unidade de análise poderia então gerar resultados diferentes dos encontrados aqui, levando em consideração contextos supramunicipais, que ultrapassam a área de um município. Assim sendo, sugere-se a realização de novos estudos sobre os temas abordados nesta pesquisa quando houverem dados que possibilitem esse recorte.

Considerando conjuntamente mitigação e adaptação à mudança do clima, o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases do Efeito Estufa (SEEG Municípios, 2021), iniciativa do Observatório do Clima, listou 87 soluções voltadas à redução das emissões de gases de efeito estufa nos municípios brasileiros. Destacam-se as seguintes soluções no contexto desta pesquisa: “#58 incentivar ações de arborização urbana em parques, praças, quintais e calçadas públicas a fim de ampliar a cobertura florestal”; “#59 estimular a criação e a manutenção de corredores ecológicos municipais e unidades de conservação”; “#60 promover a regularização fundiária, controle na implementação do código florestal e fortalecimento da gestão ambiental”; e “#61 implementar políticas públicas e planos municipais de restauração ecológica”. Essas soluções foram listadas como aplicáveis para a Mata Atlântica, com tempo de implementação entre médio (2 a 4 anos) e longo prazo (superior a 4 anos), demandantes da alocação ou reorientação de recursos já existentes ou ainda de novos investimentos ou recursos derivados de arrecadações estaduais e federais, além de cooperação internacional, somando-se à arrecadação municipal. Citam-se dentre essas ações aumentar a permeabilidade do solo e a segurança hídrica, e potencializar a recuperação da vegetação nativa em APP.

A descontinuidade de políticas públicas que estimulam, direta ou indiretamente, o uso das Florestas Urbanas como Soluções baseadas na Natureza (FU-SbN) vem impactando as ações para sua conservação e restauração na Mata

Atlântica. Desde o início desta pesquisa, além da interrupção do Censo Demográfico de 2020 pelo IBGE, houve um desmonte de instituições públicas federais, tais como: a extinção da Secretaria de Mudança do Clima e Florestas do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a desvinculação da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano e da Agência Nacional de Águas (ANA) do MMA (BRASIL, 2020), descosturando as agendas de gestão da água e conservação da natureza na Mata Atlântica. Outras ações também são responsáveis pelo enfraquecimento de políticas ambientais correlatas, entre elas a diminuição da representação social no Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e o aumento das taxas de desmatamento na Mata Atlântica (INPE, SOS MATA ATLÂNTICA, 2021; MAPBIOMAS, 2021), além de tentativas de enfraquecimento da Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei da Mata Atlântica, licenciamento ambiental, e Áreas Protegidas, Terras Indígenas e Unidades de Conservação – por exemplo com a tentativa de redução em 20% da área do Parque Nacional de São Joaquim e a abertura da Estrada do Colono dividindo o Parque Nacional do Iguaçu. Essas ameaças devem ser levadas em consideração ao se estudar FU-SbN pois indicam maiores ou menores dificuldades para seu planejamento, implementação e ou manutenção.

4.2 ESTUDO DE CASO: RELAÇÃO ENTRE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES E QUALIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM

4.2.1 Áreas mais vulneráveis a inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Belém

A TABELA 10 apresenta os índices de concentração de chuva (IC) calculados para as 11 estações meteorológicas consideradas neste estudo, além da sua interpretação em relação à vulnerabilidade a inundações.

O IC em Curitiba variou entre 0,6365 na estação Atuba e 0,6749 na Santa Felicidade. Todos os índices foram considerados altos (por estarem entre 0,6000 e 0,6999), o que confere também alta vulnerabilidade a inundações para todos os pontos.

TABELA 10 – ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO (IC) DE CHUVAS NAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE CURITIBA, PR, BRASIL CONSIDERADAS NESTE ESTUDO

Estações meteorológicas	Coeficientes		S	S'	IC	Vulnerabilidade a inundações *
	a	b				
Atuba	0,0179	0,0399	1.817,5667	3.182,4333	0,6365	Alta
Boa Vista	0,0191	0,0391	1.813,6790	3.186,3210	0,6373	Alta
Butiatuvinha	0,0161	0,0409	1.773,5757	3.226,4243	0,6453	Alta
Cachoeira	0,0113	0,0443	1.655,8401	3.344,1599	0,6688	Alta
Curitiba/INMET	0,0144	0,0418	1.704,4364	3.295,5636	0,6591	Alta
Novo Mundo	0,0167	0,0407	1.810,8227	3.189,1773	0,6378	Alta
Pilarzinho	0,0151	0,0415	1.753,6698	3.246,3302	0,6493	Alta
Santa Felicidade	0,0094	0,0462	1.625,2544	3.374,7456	0,6749	Alta
São Braz	0,0141	0,0422	1.738,1734	3.261,8266	0,6524	Alta
Umbará	0,0142	0,0421	1.733,3907	3.266,3907	0,6533	Alta
Vista Alegre	0,0152	0,0414	1.743,7668	3.256,7668	0,6512	Alta

FONTE: A autora (2022).

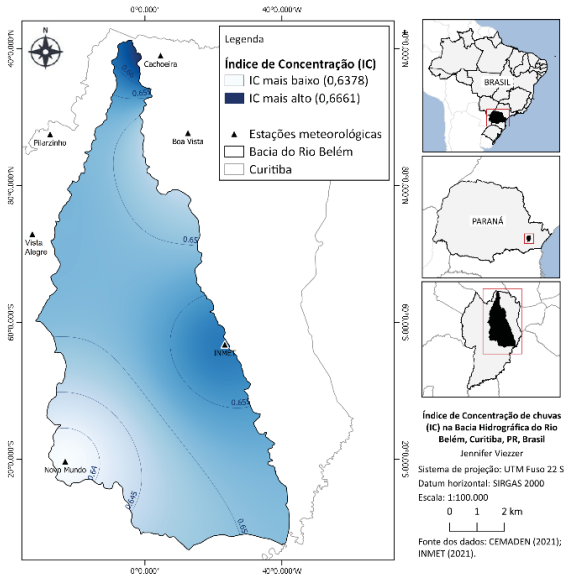
LEGENDA: a e b = coeficientes da curva de precipitação normalizada; S = área do triângulo para fora da curva de precipitação; S' = área do triângulo entre a linha de distribuição uniforme e a curva de precipitação; IC = Índice de Concentração de chuvas; * = interpretação segundo QUADRO 6.

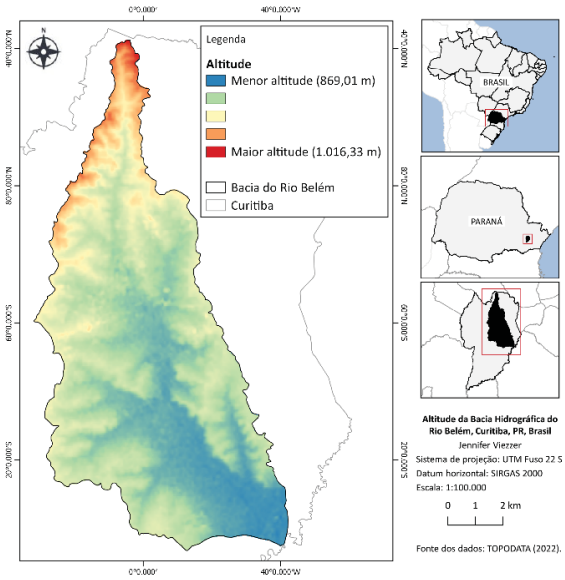
O cálculo do IC permitiu comparar as estações meteorológicas mesmo com falhas nos dados e com diferentes números de dias registrados, por se tratar de um índice ponderado. Porém, a falta de dados oficiais contínuos para um período de 30 anos pode gerar equívocos na representação da concentração de chuvas na bacia e, por isso, é uma importante lacuna desta e de outras pesquisas sobre precipitação na área de estudo.

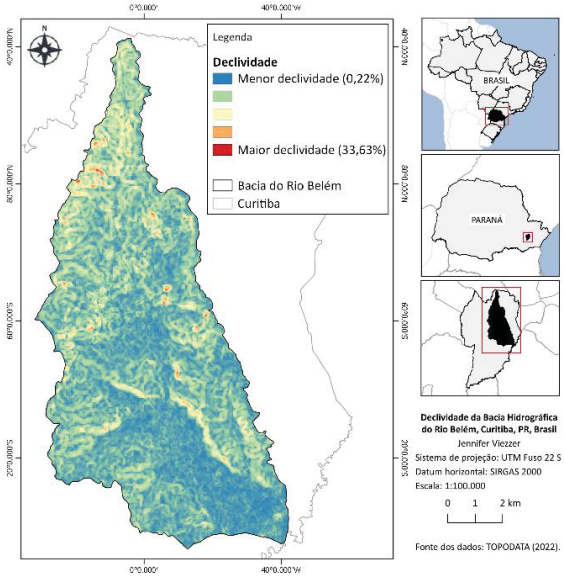
Além da lacuna temporal nos dados de precipitação, a FIGURA 19 apresentada na seção 3 (material e métodos) mostra a lacuna espacial na distribuição das estações meteorológicas em Curitiba, concentradas na porção norte do município. Lohmann (2013) já falava sobre a dificuldade em se encontrar registros de dados meteorológicos satisfatoriamente detalhados para Curitiba, especialmente para estudos de bacias hidrográficas urbanas, e fundamentalmente para estudos de precipitação, uma vez que a variação das chuvas é grande no tempo e no espaço.

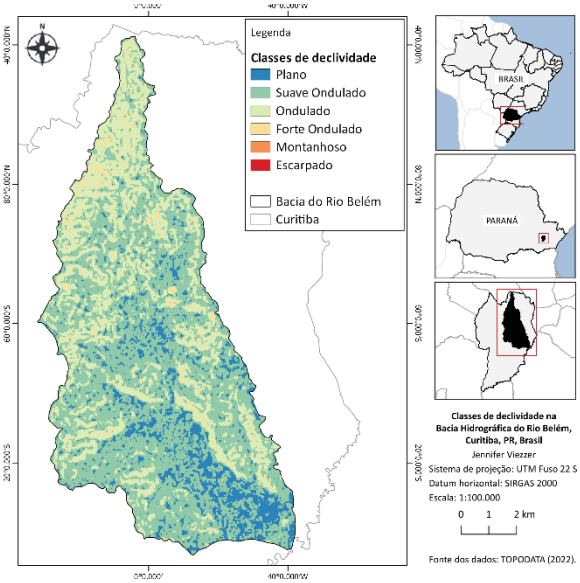
Mesmo assim, foi possível elaborar um mapa de concentração de chuvas para a Bacia Hidrográfica do Rio Belém, apresentado na FIGURA 31 junto às demais variáveis de interesse para a análise de vulnerabilidade a inundações na área de estudo.

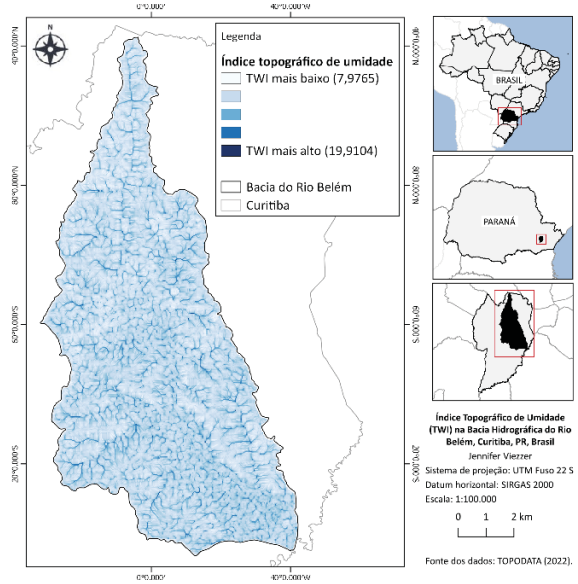
FIGURA 31 – MAPAS DAS VARIÁVEIS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL

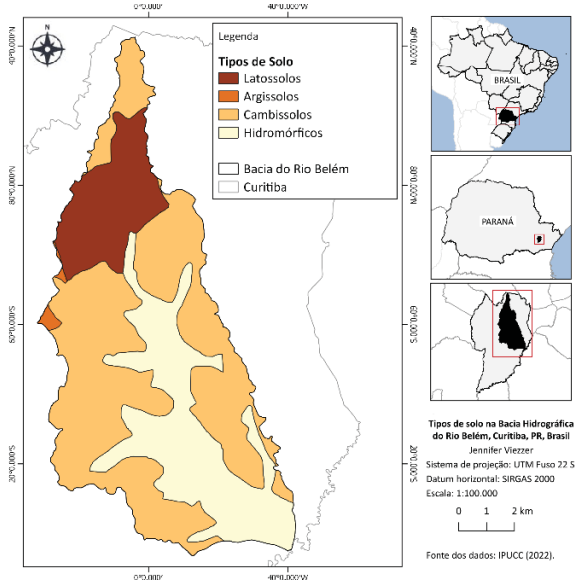

Legenda
Índice de Concentração (IC)
IC mais baixo (0,6378)
IC mais alto (0,6661)
Estações meteorológicas
Bacia do Rio Belém
Curitiba
Cachoeira
Pitanzinho
Boa Vista
Vista Alegre
Novo Mundo
INMET
0,64
0,65
0,66
BRASIL
PARANÁ
Índice de Concentração de chuvas (IC) na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: CEMADEN (2021); INMET (2021).

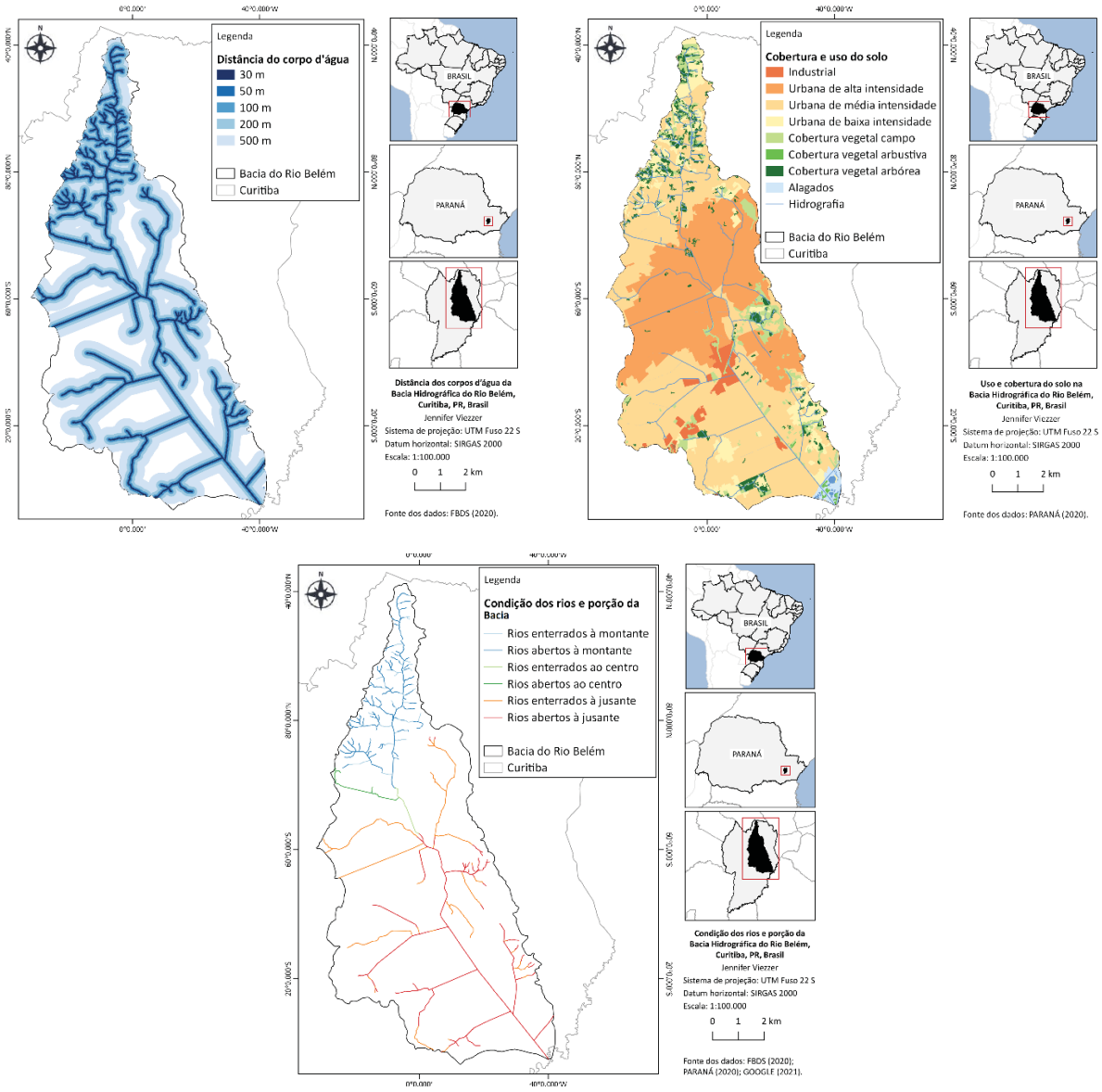

Legenda
Altitude
Menor altitude (869,01 m)
Maior altitude (1.016,33 m)
Bacia do Rio Belém
Curitiba
BRASIL
PARANÁ
Altitude da Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: TOPODATA (2022).


Legenda
Declividade
Menor declividade (0,22%)
Maior declividade (33,63%)
Bacia do Rio Belém
Curitiba
BRASIL
PARANÁ
Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: TOPODATA (2022).


Legenda
Classes de declividade
Plano
Suave Ondulado
Ondulado
Forte Ondulado
Montanhoso
Escarpado
Bacia do Rio Belém
Curitiba
BRASIL
PARANÁ
Classes de declividade na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: TOPODATA (2022).


Legenda
Índice topográfico de umidade
TWI mais baixo (7,9765)
TWI mais alto (19,9104)
Bacia do Rio Belém
Curitiba
BRASIL
PARANÁ
Índice Topográfico de Umidade (TWI) na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: TOPODATA (2022).


Legenda
Tipos de Solo
Latossolos
Argissolos
Cambissolos
Hidromórficos
Bacia do Rio Belém
Curitiba
BRASIL
PARANÁ
Tipos de solo na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: IPUCC (2022).



FONTE: A autora (2022).

Após a interpolação dos dados do IC na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, foram encontrados índices entre 0,6378 e 0,6661, com média de 0,6509. Os maiores valores são localizados na porção mais ao norte da área de estudo, na região da nascente do Rio Belém.

A altitude varia entre 869,01 e 1.016,33 m na bacia hidrográfica, com média de 914,18 m. A declividade, por sua vez, fica entre 0,22% e 33,63%, com média de 6,43%. Considerando as classes de declividade apresentadas na seção 2 (revisão de literatura), a bacia tem relevo, em média, suave ondulado, sendo que 17,45% da área de estudo possui relevo plano, 54,68% suave ondulado, 27,16% ondulado, e 0,71% forte ondulado. Não há relevo montanhoso ou escarpado na bacia.

O índice topográfico de umidade (TWI) calculado para a área de estudo foi de 7,9765 a 19,9104, com média de 11,2852, valores similares aos encontrados em outras cidades brasileiras (CAPOANE et al., 2017; BRESSIANI et al., 2018; ALMEIDA, 2020; NAVES; ALMEIDA, 2021).

Quanto aos tipos de solo, solos hidromórficos localizam-se no entorno do Rio Belém e de seus afluentes nas porções central e sul da bacia. Há predominância de Cambissolos em 56,03% da área, localizados próximos ao limite da bacia nas porções central e sul, e também mais ao norte. Argissolos aparecem apenas em uma pequena porção ao oeste, ocupando 0,60% da área da bacia, e Latossolos em uma parte do centro para o norte da área de estudo.

A distância do corpo d'água foi estabelecida, conforme exposto na seção 3 (material e métodos), a 30, 50, 100, 200 e 500 m dos rios.

Quanto ao uso e cobertura do solo, as áreas industriais localizam-se concentradas próximas à hidrografia na porção centro-sul da bacia, na divisa entre os bairros Guabirotuba, Guaíra, Hauer, Parolin, e Prado Velho. Também ao sudoeste, nos bairros Fanny, Hauer, Novo Mundo, e Xaxim, além do Boqueirão, junto ao Rio Belém. As áreas urbanas de alta intensidade ficam ao centro da área de estudo, no bairro Centro e adjacentes, somados à porção sudeste, nos bairros Guabirotuba, Jardim das Américas, e Uberaba. As áreas urbanas de média intensidade ocupam praticamente todo o restante da bacia, com manchas de baixa intensidade, principalmente nas porções do extremo norte e do extremo sul. Esse mapa (FIGURA 31) ainda permite visualizar a localização dos remanescentes de vegetação na área de estudo, que serão destacados posteriormente para o estudo da qualidade ambiental, além das áreas já mapeadas como alagáveis no entorno dos lagos dos parques São Lourenço e Iguaçu.

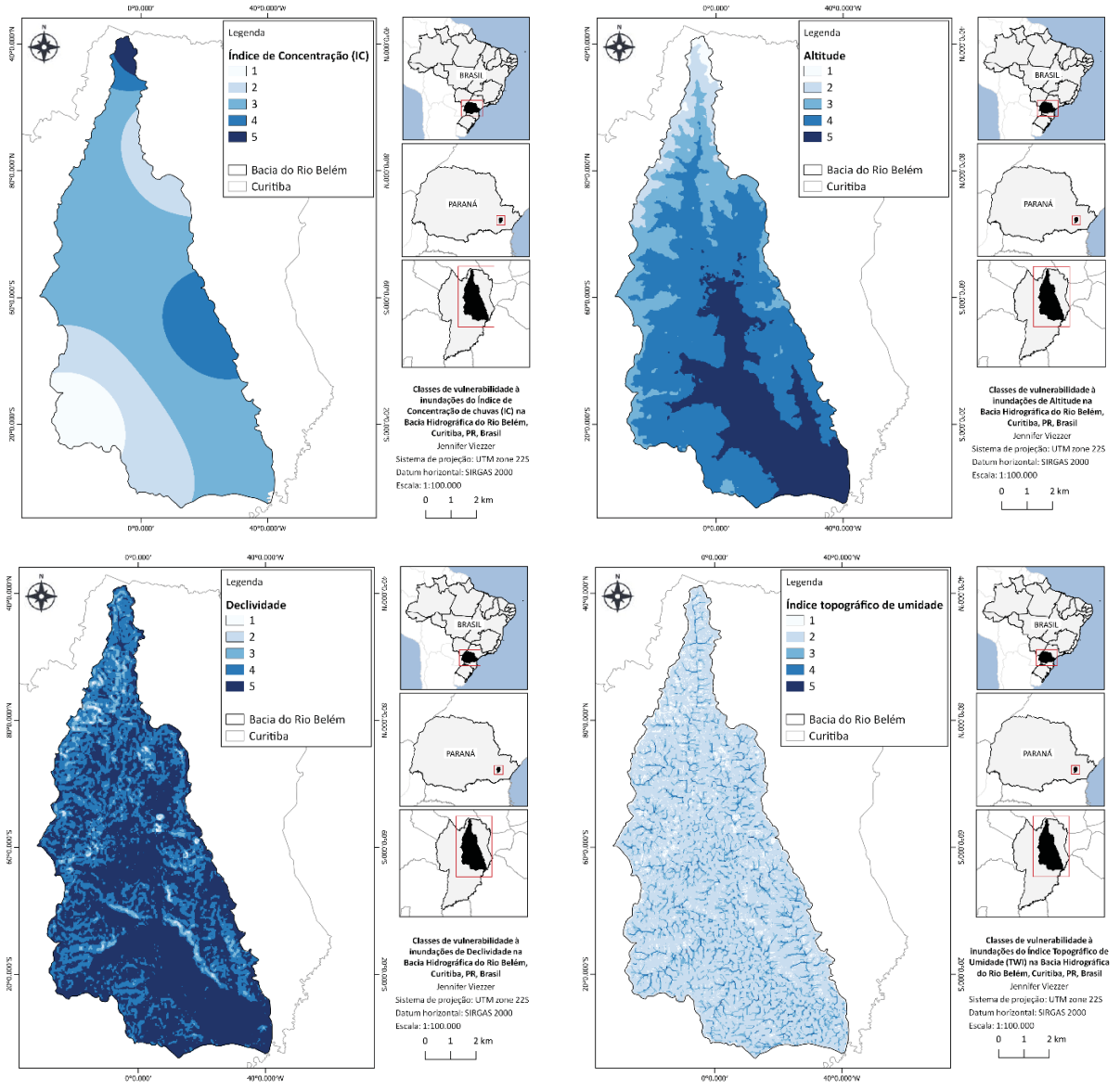
Por fim, o último mapa mostra quais trechos dos rios que compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Belém estão enterrados ou a céu aberto, e se estão à montante, ao centro ou à jusante, conforme estabelecido na seção 3 (material e métodos).

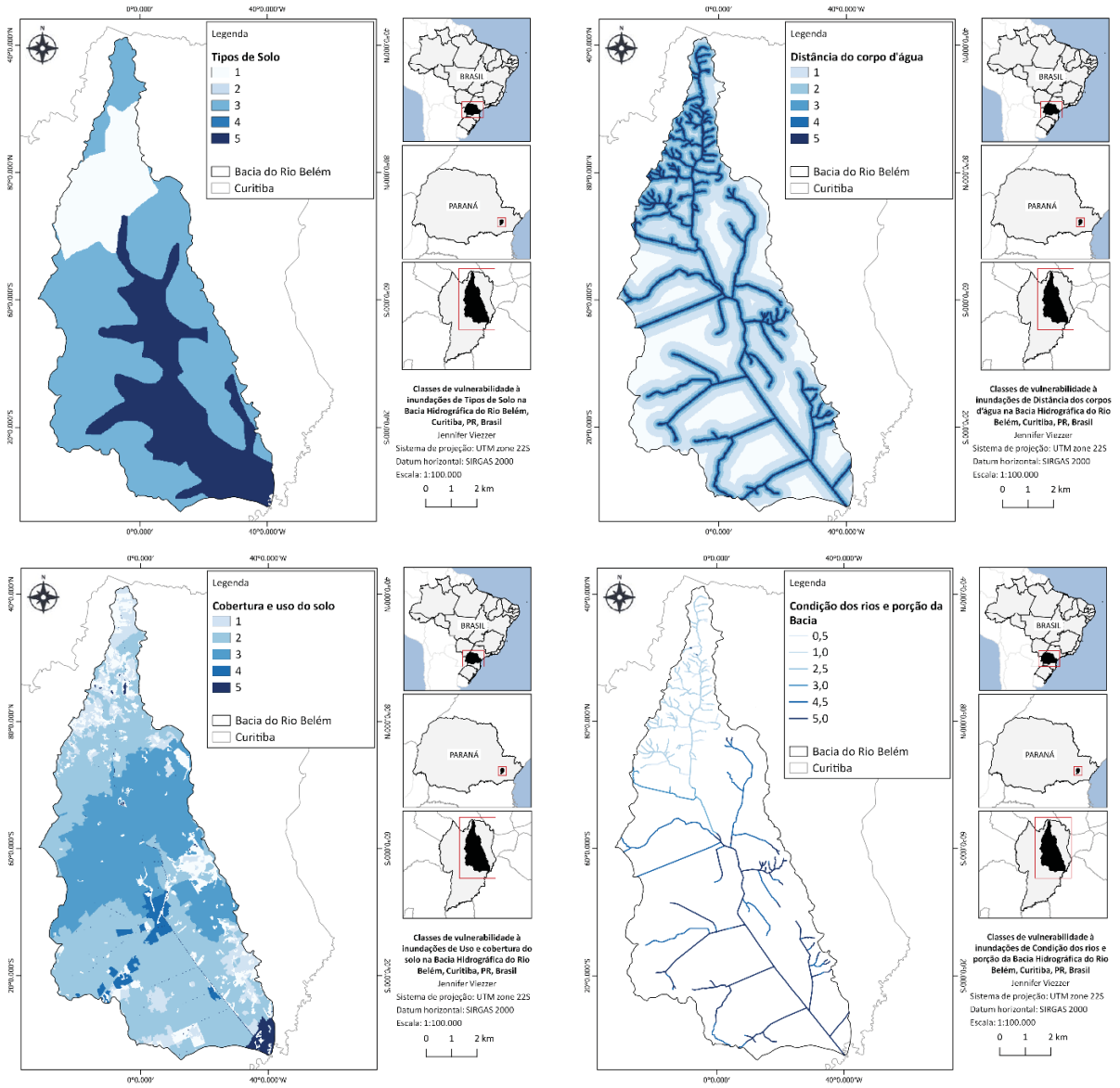
As variáveis foram divididas em cinco classes de igual tamanho, de acordo com a sua amplitude, para representar a sua relação com a vulnerabilidade a inundações de forma comparativa. A classe 1 representa uma vulnerabilidade a inundações muito baixa, classe 2 vulnerabilidade baixa, classe 3 vulnerabilidade moderada, classe 4 vulnerabilidade alta, e classe 5 vulnerabilidade muito alta,

conforme QUADRO 7 da seção 3 (material e métodos). Os resultados são apresentados na FIGURA 32.

O mapa das classes de vulnerabilidade a inundações do IC destaca a informação do mapa anterior, mostrando que as chuvas se concentram na porção mais ao norte da bacia, o que, comparativamente, faz dessas áreas as mais vulneráveis a inundações dos pontos de vista meteorológico e climatológico. A classe 5, de vulnerabilidade muito alta, ocupa apenas 1,06% da área de estudo; a classe 4, que representa a vulnerabilidade alta, 10,05%; a classe 3, vulnerabilidade moderada, é a principal, com 59,31%; a classe 2, vulnerabilidade baixa, ocupa 21,76%; e a classe 1, vulnerabilidade muito baixa, tem 7,82% da área da bacia.

FIGURA 32 – MAPAS DAS CLASSES DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL





FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: 1 = vulnerabilidade a inundações muito baixa; 2 = vulnerabilidade baixa; 3 = vulnerabilidade moderada; 4 = vulnerabilidade alta; 5 = vulnerabilidade muito alta.

Por outro lado, as áreas de menor altitude da bacia, onde a água da chuva tende a se acumular, e, assim, de maior vulnerabilidade a inundações ficam na porção central e sul da área de estudo. Em seguida, aparecem as áreas de vulnerabilidade alta ocupando quase toda a bacia, à exceção da porção norte. Aqui, a classe 1, de vulnerabilidade muito baixa, é a que ocupa a menor área, com apenas 1,10%; a classe 2, que representa a vulnerabilidade baixa, tem 5,07%; a classe 3, vulnerabilidade moderada, tem 16,95%; a classe 4, vulnerabilidade alta, é a principal, ocupando 50,95%; por fim a classe 5, vulnerabilidade muito alta, tem 25,93% da área da bacia.

As menores declividades, também indicativas de áreas onde a água da chuva tende a se acumular e, por isso, de maior vulnerabilidade a inundações, são mais generalizadas e bem distribuídas por toda a área de estudo. Porém, também é possível perceber uma menor concentração na porção norte da bacia. Assim como para altitude, a classe de declividade com menor área é a classe 1, de vulnerabilidade muito baixa, com 0,08%; seguida da classe 2, vulnerabilidade baixa, com 0,78%; a classe 3, vulnerabilidade moderada, tem 4,83%; a classe 4, vulnerabilidade alta, 34,60%; e a classe 5, vulnerabilidade muito alta, é a principal, com 59,71% da bacia.

O TWI, por sua vez, aponta que as áreas mais vulneráveis se localizam principalmente próximas da rede de drenagem, conforme esperado. A classe 5, de vulnerabilidade muito alta, ocupa pouca área, apenas 0,16%; seguida da classe 4, vulnerabilidade alta, com 2,33%; a classe 3, vulnerabilidade moderada, representa 10,90%; a classe 2, vulnerabilidade baixa, aparece na maior parte da área de estudo, com 59,88%; e enfim a classe 1, vulnerabilidade muito baixa, tem 26,72%.

O mapa com as classes de vulnerabilidade a inundações dos tipos de solo mostra os solos hidromórficos como os mais vulneráveis a inundações. Conforme já apresentado no mapa de tipos de solo anterior, estes localizam-se, assim como altitude e declividade, na porção central e sul da bacia, mais próximos aos corpos d'água. Solos hidromórficos fazem parte da classe 5, de vulnerabilidade muito alta, e ocupam 28,58% da área de estudo; a classe 3, de vulnerabilidade moderada, é composta por Argissolos e Cambissolos, com 56,63%; e a classe 1, vulnerabilidade muito baixa, representa os Latossolos, com 14,79%.

Já as classes de distância dos corpos d'água mostram simplesmente que quanto mais próximo dos rios, maior a vulnerabilidade, uma vez que a inundação nada mais é que o transbordamento das águas dos rios, conforme apresentado na seção 2 (revisão de literatura). A classe 5, vulnerabilidade muito alta, ocupa 7,86% da bacia; classe 4, vulnerabilidade alta, 5,09%; classe 3, vulnerabilidade moderada, 11,86%; classe 2, vulnerabilidade baixa, 19,52%; e classe 1, vulnerabilidade muito baixa, 35,46%. O restante da área de estudo (20,21%) apresentou uma distância superior a 500 m de corpos d'água e foi então excluído desta classificação.

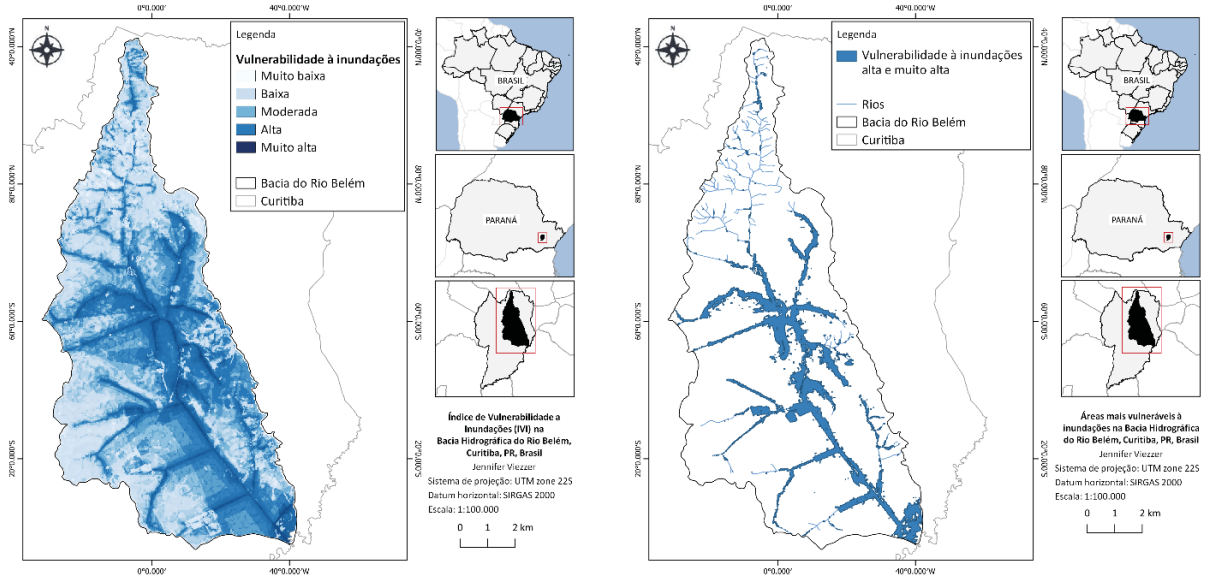
Quanto ao uso e cobertura do solo, a maior vulnerabilidade a inundações aparece em áreas já mapeadas como alagadiças e nas áreas industriais, conforme estabelecido na seção 3 (material e métodos). Aqui, a classe 5, de vulnerabilidade muito alta, abrange apenas 1,33% da bacia; a classe 4, vulnerabilidade alta, 2,64%; a

classe 3, vulnerabilidade moderada, 31,02%; a classe 2, vulnerabilidade baixa, 47,09%; e a classe 1, vulnerabilidade muito baixa, 8,24%. A cobertura vegetal não foi classificada aqui pois fará parte da análise de qualidade ambiental, apresentada adiante.

Por fim, a condição dos rios e a porção da bacia apenas demonstram o exposto no método, considerando que à jusante a probabilidade de ocorrência da inundação é maior, conforme literatura específica. Da maior para a menor vulnerabilidade, as classes ocupam as seguintes áreas: classe 5 – 1,11% da bacia e 33,79% dos rios; classe 4,5 – 0,77% da bacia e 23,51% dos rios; classe 3 – 0,11% da bacia e 3,25% dos rios; classe 2,5 – 0,06% da bacia e 1,72% dos rios; classe 1 – 0,97% da bacia e 29,63% dos rios; classe 0,5 – 0,27% da bacia e 8,10% dos rios.

As camadas de informação espacial apresentadas foram combinadas por meio do AHP usando o cálculo do índice de vulnerabilidade a inundações, gerando a FIGURA 33. Aqui também as classes foram divididas em muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta, de acordo com a amplitude do índice.

FIGURA 33 – ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES, COMPOSTO POR MEIO DO PROCESSO ANALÍTICO HIERÁRQUICO, E DESTAQUE PARA AS ÁREAS MAIS VULNERÁVEIS A INUNDAÇÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL



FONTE: A autora (2022).

O índice de vulnerabilidade a inundações da Bacia Hidrográfica do Rio Belém variou entre 1,4215 (menor vulnerabilidade) e 4,7701 (maior vulnerabilidade), com média de 2,6579. As classes 4 e 5, que representam vulnerabilidades alta e muito alta,

ocupam 10,79% e 0,01% da área de estudo, respectivamente, ou cerca de 10 km² em conjunto. A classe 3, de vulnerabilidade moderada, é a principal com 82,63%; a classe 2, vulnerabilidade baixa, tem 6,57%; e a classe 1, vulnerabilidade muito baixa, 0,01%.

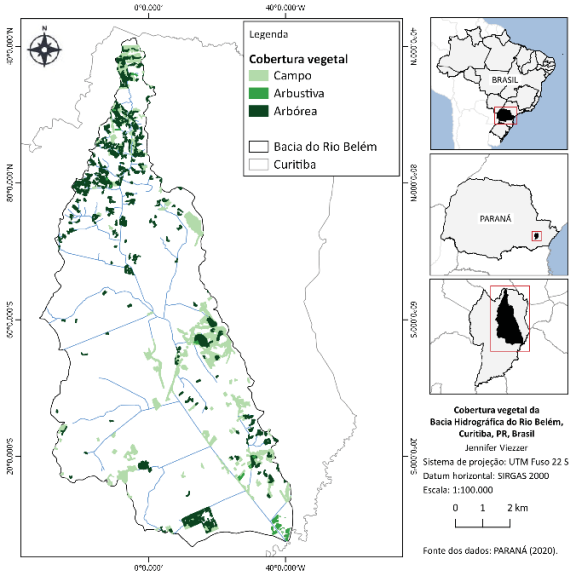
As áreas mais vulneráveis a inundações localizam-se adjacentes aos corpos d'água, o que é esperado devido a própria definição de inundação. Essas áreas estão concentradas nas porções central e sul da área de estudo uma vez que cinco das oito variáveis utilizadas (altitude, declividade, tipo de solo, uso e cobertura do solo, e porção da bacia) indicam maior vulnerabilidade no centro e no sul da bacia. As cinco variáveis, tendo seus pesos somados, representam 63,02% do índice de vulnerabilidade a inundações.

As correlações entre as variáveis entre si e entre as variáveis e o índice são apresentadas no APÊNDICE 6. Das 108 correlações realizadas, 7,41% não foram estatisticamente significativas, apresentando um erro calculado superior a 5% e, por isso, foram excluídas da análise. Considerando as correlações significativas entre as variáveis que compõem o IVI, a maioria foi não-importante (75,00%). Dentre o restante, destacam-se os três coeficientes de correlação considerados fortes (3,57%), r_{xy} = 0,620; r_s = 0,670; e τ = 0,624, encontrados entre altitude e tipo do solo. As demais correlações importantes são consideradas fracas (21,43%). A baixa correlação entre as variáveis é um fator positivo para a composição de um índice, pois assim são evitados problemas associados à multicolinearidade, como uma menor significância estatística (SHRESTHA, 2020). Agora quanto as correlações entre as variáveis e o IVI, sobressaem-se os três coeficientes entre IVI e tipo de uso e cobertura do solo, r_{xy} = 0,642; r_s = 0,623; e τ = 0,501, considerados fortes. Isso ocorreu conforme esperado, uma vez que a variável tipo de uso e cobertura do solo é a que possui maior peso (27,44%) para a composição do IVI.

4.2.2 Áreas com maior qualidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Belém

A FIGURA 34 mostra as variáveis de interesse para a análise da qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Belém.

FIGURA 34 – MAPAS DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL



Cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: PARANÁ (2020).

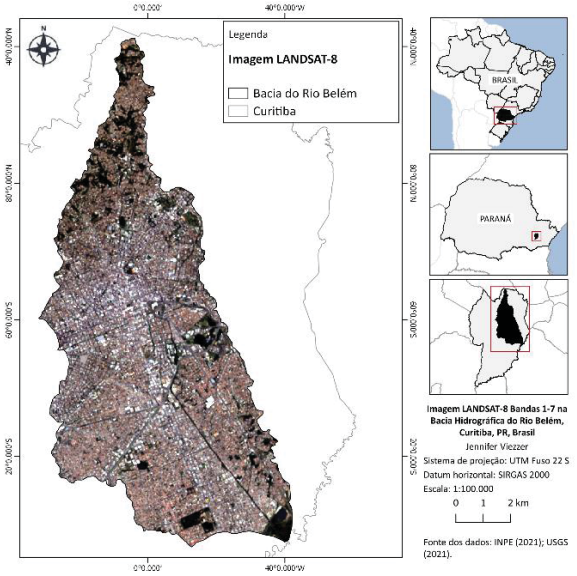
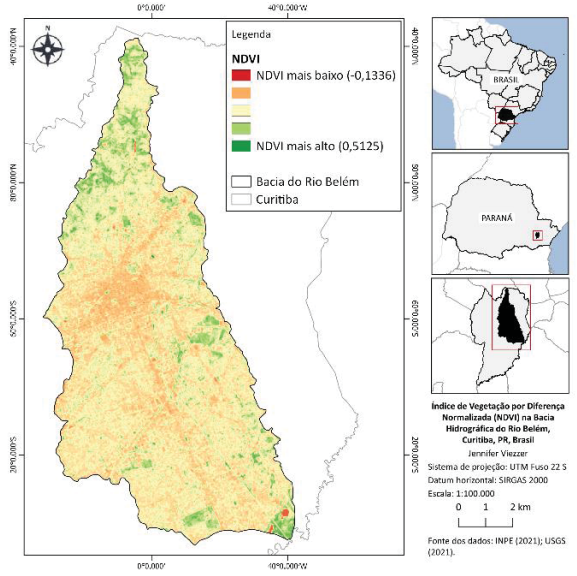
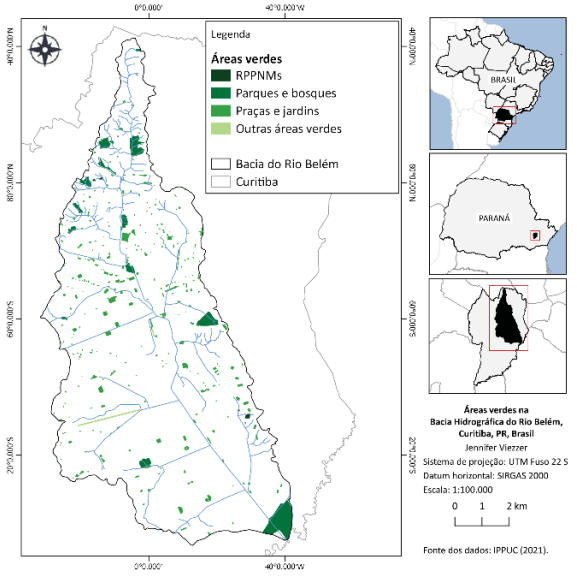


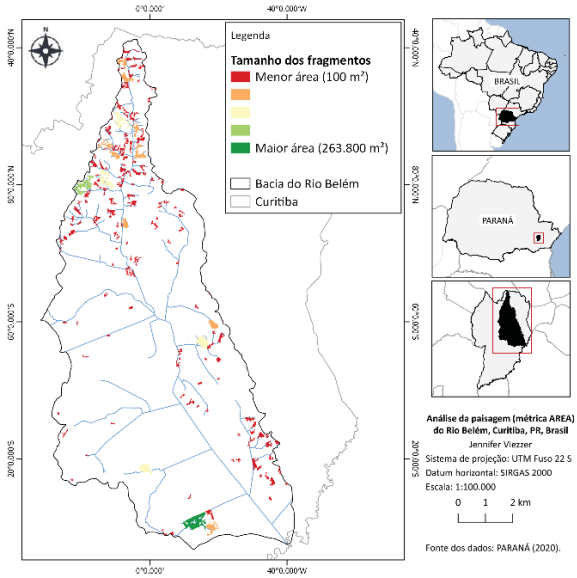
Imagem LANDSAT-8 Bandas 1-7 na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: INPE (2021); USGS (2021).



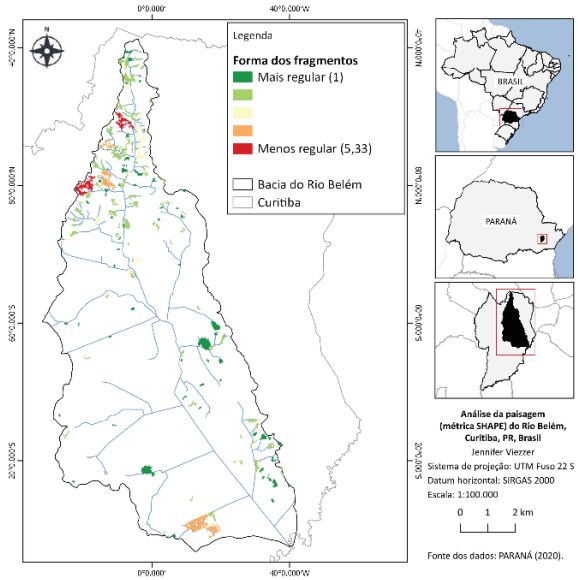
Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: INPE (2021); USGS (2021).



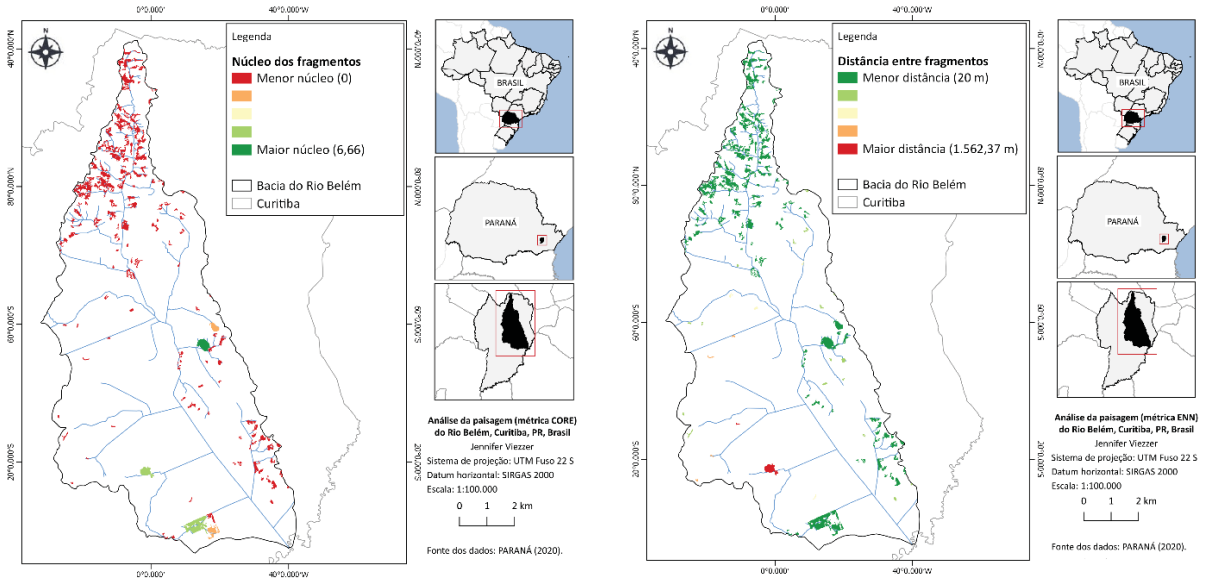
Áreas verdes na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: IPPUC (2021).



Análise da paisagem (métrica AREA) do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: PARANÁ (2020).



Análise da paisagem (métrica SHAPE) do Rio Belém, Curitiba, PR, Brasil
Jennifer Viezzer
Sistema de projeção: UTM Fuso 22 S
Datum horizontal: SIRGAS 2000
Escala: 1:100.000
0 1 2 km
Fonte dos dados: PARANÁ (2020).



FONTE: A autora (2022).

A cobertura vegetal da área de estudo foi classificada como campo em 4,5390 km², arbustiva em 0,1983 km², e arbórea em 3,7059 km², totalizando 8,4432 km², ou 9,43% da área total da bacia. Aqui, foi possível observar uma falha nos dados referente ao Parque Iguaçu, na porção mais ao sul da área de estudo. Os dados de cobertura vegetal indicam apenas áreas de vegetação arbustiva para o parque. Entretanto, sabe-se por meio de imagem de satélite, de cálculo do NDVI, e por conhecimento de campo, que existem áreas de vegetação arbórea no local.

A imagem de satélite permite visualizar a urbanização e a cobertura vegetal da área de estudo, e foi usada como base para o cálculo do NDVI. O NDVI variou entre -0,1336 e 0,5125, com média de 0,1718. Valores negativos de NDVI geralmente são interpretados como superfícies cobertas por água, o que ocorreu para a área de estudo, com valores negativos principalmente nos lagos dos parques São Lourenço e Iguaçu, além de lugares já indicados como água e ou áreas alagadas no mapa de uso e cobertura do solo. Foram nestes mesmos parques que os maiores NDVI também foram encontrados (NDVI ≥ 0,5), juntamente a áreas de cobertura vegetal fora de áreas verdes. A média de 0,1718 representa que a Bacia Hidrográfica do Rio Belém é composta sobretudo, claro, por áreas não vegetadas (0 < NDVI ≥ 0,2).

Existem 336 áreas verdes no contexto desta pesquisa, que ocupam 2,8033 km². Isso representa apenas 33,20% de toda a cobertura vegetal e 3,13% da área total da bacia. A maioria das áreas verdes (90,78%) pertencem a três tipologias. São 44,05% praças, 35,12% jardinetes, e 11,61% largos. Destacam-se ainda nove

parques, oito bosques e 4 RPPNM. A maior área é ocupada pelo Parque Iguaçu, com 0,8262 km² (29,47%), e a menor área é do Eixo de Animação Santa Catarina, com apenas 1,7720 m². Embora em menor número, os parques são a tipologia que ocupam maior área conjuntamente, com 1,4880 km² (53,08%); seguidos pelas praças, que somam 0,7159 km² (25,54%); e pelos bosques, com 0,3206 km² (11,44%).

A análise das métricas da paisagem consideraram 183 fragmentos de cobertura vegetal arbórea, ocupando 3,6896 km². Dois fragmentos tiveram a menor área possível de 100 m² (tamanho de um pixel), ambos com forma regular igual a 1, borda 0, e distância entre fragmentos de 22,3697 m e 31,6228 m. A maior área encontrada foi de 263.800 m², em fragmento localizado em área militar do Exército Brasileiro, com forma de 3,6595, borda 5,04, e distância para o fragmento mais próximo de 20 m. A média é de 20.161,7486 m² por fragmento.

A forma dos fragmentos variou entre 1 (mais regular) e 5,3294 (menos regular), com média de 1,9633. Doze dos 215 fragmentos apresentaram a forma mais regular; estes possuem área entre 100 e 700 m², todos com borda 0, e distância entre fragmentos de 20 a 150 m. Já o fragmento mais irregular possui área de 177.700 m², borda 0,4, e distância para o fragmento mais próximo de 22,3607 m.

A borda dos fragmentos foi de 0 (maior exposição a perturbações externas) até 6,66 (menor exposição a perturbações externas), com média de 0,1433. Aqui, a maioria dos fragmentos (85,79%) teve borda igual a 0, o que demonstra que os remanescentes de vegetação arbórea na área de estudo sofrem muito com o efeito de borda. Isso ocorre em fragmentos de 100 até 68.200 m², com forma de 1 a 4,1698, e com distância entre fragmentos de 20 a 1.1412,0910 m. Apesar da maior proximidade entre fragmentos, todos os remanescentes da porção norte da bacia tem borda 0. A maior borda foi encontrada em um fragmento com área de 136.600 m², forma 1,4459 e distância para o fragmento mais próximo de 20 m.

Por fim, 38 fragmentos (20,76%) apresentaram a menor distância de 20 m até o fragmento mais próximo, com área entre 200 e 263.800 m², forma entre 1 e 4,4625, e borda entre 0 e 6,66. A maior distância entre fragmentos foi de 1.562,37 m, para um remanescente de 109.600 m², forma 1,8358, e borda 4,24. A média da distância entre fragmentos foi de 157,2511 m.

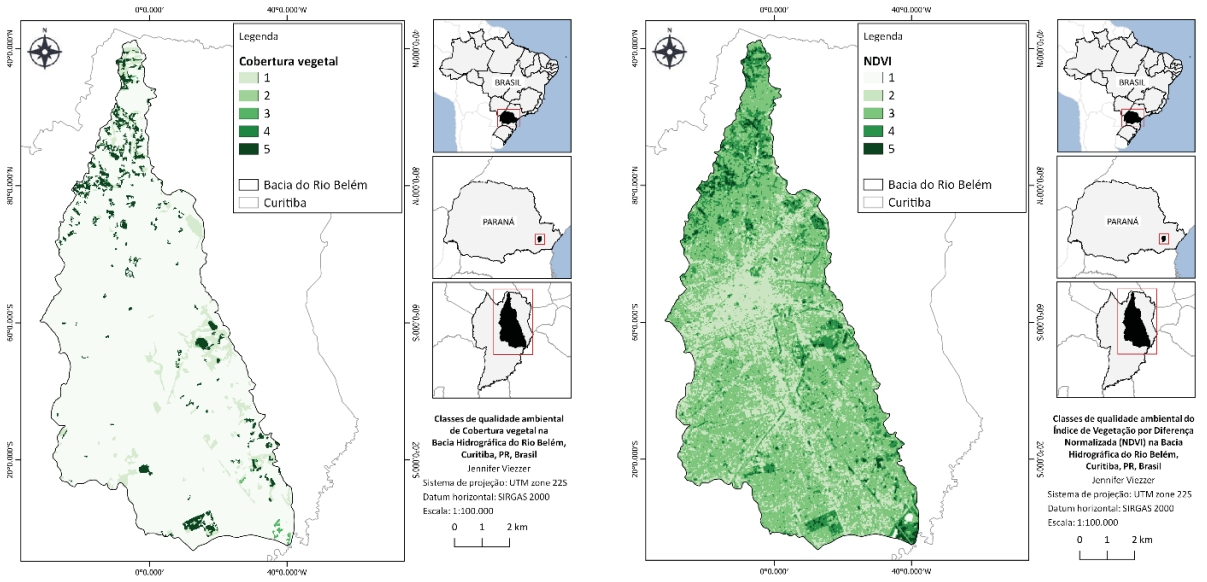
Assim como para as variáveis de vulnerabilidade a inundações, todas as variáveis de qualidade ambiental foram divididas em cinco classes de igual tamanho, sendo a classe 1 de qualidade ambiental muito baixa, classe 2 qualidade ambiental

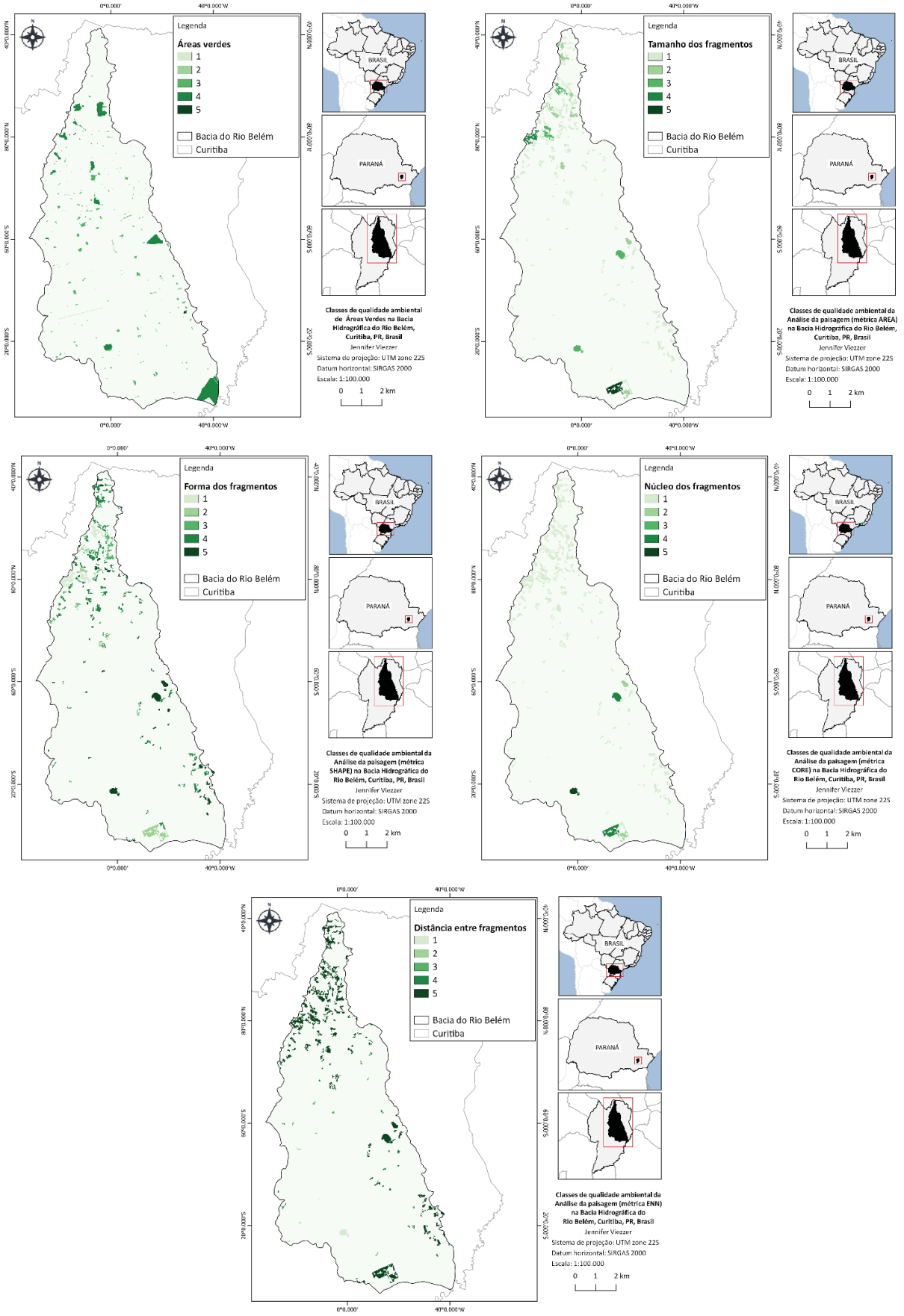
baixa, classe 3 qualidade ambiental moderada, classe 4 qualidade ambiental alta, e classe 5 qualidade ambiental muito alta (FIGURA 35).

O mapa das classes de qualidade ambiental considerando cobertura vegetal reflete a distribuição dos tipos de cobertura campo, arbustiva ou arbórea pela área de estudo, e mostra que as maiores qualidades – referentes a cobertura arbórea – estão concentradas na porção norte da bacia. Além disso, revela que 90,57% da área de estudo não possui nenhuma cobertura vegetal. A classe 1, referente a campo e considerada de muito baixa qualidade ambiental, ocupa 5,07% da área; a classe 3, cobertura arbustiva e qualidade ambiental moderada, tem 0,22%; e a classe 5, cobertura arbórea e qualidade ambiental muito alta, 4,14%. Considerando apenas a área com cobertura vegetal, 53,76% está na classe 1; 2,35% na classe 3; e 43,89% na classe 5.

O NDVI aponta maior qualidade ambiental de forma esparsa, com maior proporção na porção norte da bacia, e menor qualidade concentrada no centro e acompanhando grandes avenidas como as Av. João Gualberto, Av. Marechal Floriano Peixoto e Av. Comendador Franco. A classe 1, de qualidade ambiental muito baixa, ocupa 0,16% da área de estudo; a classe 2, qualidade ambiental baixa, 27,54%; classe 3, qualidade ambiental moderada, 58,78%; classe 4, qualidade ambiental alta, 11,54%; e classe 5, qualidade ambiental muito alta, 1,78%.

FIGURA 35 – MAPAS DAS CLASSES DE QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL





FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: 1 = qualidade ambiental muito baixa; 2 = qualidade ambiental baixa; 3 = qualidade ambiental moderada; 4 = qualidade ambiental alta; 5 = qualidade ambiental muito alta.

Quanto as áreas verdes, a classe 1, de qualidade ambiental muito baixa, refere-se a tipologias sem legislação específica sobre proteção da vegetação e tipo de uso permitido, tendo 0,30% do número de áreas verdes, 2,13% da área ocupada pelas áreas verdes, e 0,07% da área ocupada pela bacia; a classe 3, de qualidade ambiental moderada, considera praças e jardins (e tipologias similares), com 93,45% do número de áreas verdes, 32,15% da área, e 1,01% da bacia; a classe 4, de qualidade ambiental alta, reúne os parques e bosques, com 5,06% do número de áreas verdes, 64,71% da área, e 2,03% da bacia; e a classe 5, de qualidade ambiental muito alta, refere-se às RPPNM, possuindo 1,19% do número de áreas verdes, apenas 1,01% da área, e 0,03% da bacia. Conforme já visto no mapa anterior de áreas verdes, 96,86% da bacia não possui nenhum tipo de proteção.

Já o mapa das classes de qualidade ambiental do tamanho dos fragmentos mostra que a maioria foi considerada de qualidade muito baixa. A classe 1 representa 42,96% da área ocupada pelos fragmentos e 2,69% da área ocupada pela bacia; a classe 2, por sua vez, de qualidade ambiental baixa, tem 15,86% dos fragmentos e 0,99% da bacia; a classe 3, qualidade ambiental moderada, tem 30,15% dos fragmentos e 1,89% da bacia; a classe 4, qualidade ambiental alta, 6,33% dos fragmentos e 0,40% da bacia, e, por fim, a classe 5, qualidade ambiental muito alta, 4,70% dos fragmentos e 0,29% da bacia.

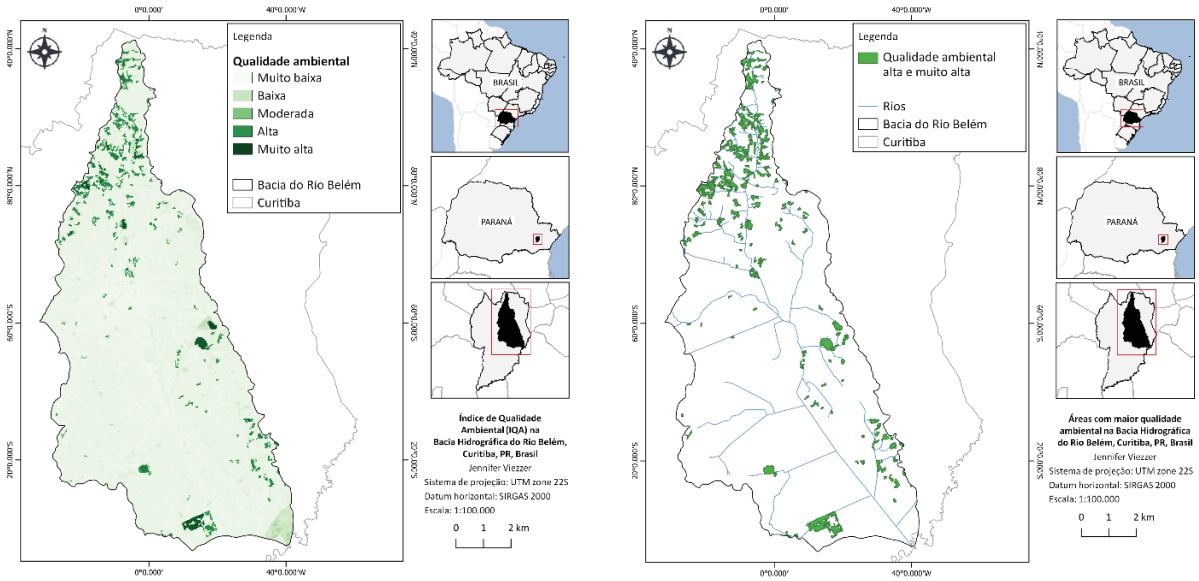
O mesmo não ocorreu para a forma dos fragmentos, com maiores áreas ocupadas pelas classes de qualidade ambiental alta e muito alta. A classe 5 ocupa 19,45% da área dos fragmentos e 1,22% da área da bacia; enquanto a classe 4 tem 31,67% dos fragmentos e 1,98% da bacia. A classe 3, de qualidade ambiental moderada, é a menor, com 8,00% dos fragmentos e 0,50% da bacia; a classe 2, de qualidade ambiental baixa, tem 17,22% dos fragmentos e 1,08% da bacia; e a classe 1, de qualidade ambiental muito baixa, tem 23,66% dos fragmentos e 1,48% da bacia.

Agora, assim como quanto ao tamanho, a borda dos fragmentos também acusou muito baixa qualidade ambiental para a maioria. A classe 1 representa 85,62% da área ocupada pelos fragmentos e 5,37% da área ocupada pela bacia. A classe 2, de qualidade ambiental baixa, ocupa 5,30% dos fragmentos e 0,33% da bacia; nenhum fragmento compôs a classe 3, que representa qualidade ambiental moderada; a classe 4, de qualidade ambiental alta, tem 7,13% dos fragmentos e 0,45% da bacia; e a classe 5, de qualidade ambiental muito alta, apenas 1,95% dos fragmentos e 0,12% da bacia.

Ao contrário, a conectividade entre fragmentos representa, em sua maioria, uma qualidade ambiental muito alta, principalmente devido aos remanescentes da porção norte da área de estudo. A classe 5, de qualidade ambiental muito alta, ocupa 93,99% da área dos fragmentos e 5,89% da área da bacia; a classe 4, de qualidade ambiental alta, vem em seguida com 2,77% dos fragmentos e 0,17% da bacia; a classe 3, de qualidade ambiental moderada, tem 0,66% dos fragmentos e 0,04% da bacia; a classe 2, qualidade ambiental baixa, 0,53% dos fragmentos e 0,03% da bacia; e a classe 1, qualidade ambiental muito baixa, 2,05% dos fragmentos e 0,13% da bacia.

A combinação das camadas de informação espacial por meio do AHP usando o cálculo do índice de qualidade ambiental gerou a FIGURA 36. As classes também foram divididas em muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta, de acordo com a amplitude do índice.

FIGURA 36 – ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL, COMPOSTO POR MEIO DO PROCESSO ANALÍTICO HIERÁRQUICO, E DESTAQUE PARA AS ÁREAS DE MAIOR QUALIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL



FONTE: A autora (2022).

O índice de qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Belém variou entre 0,0942 (menor qualidade) e 4,0693 (maior qualidade), com média de apenas 0,4099. No geral, a qualidade ambiental é muito baixa na área de estudo devido às características de uso e ocupação do solo. A maioria das variáveis consideradas aqui tratam unicamente da cobertura vegetal e das áreas verdes, excluindo maior parte da

bacia. A classe 1, que representa a qualidade ambiental muito baixa, ocupa 92,54% da área de estudo. A classe 2, de qualidade ambiental baixa, vem em seguida, com 3,26%. A classe 3, de qualidade ambiental moderada, tem 0,16%; a classe 4, qualidade ambiental alta, 3,19%; e a classe 5, qualidade ambiental muito alta, 0,84%.

As áreas de maior qualidade ambiental localizam-se principalmente na porção norte da área de estudo, o que é esperado uma vez que quatro das sete variáveis utilizadas (cobertura vegetal, NDVI, forma e conectividade entre fragmentos) indicam maior qualidade nesta região da bacia. Essas quatro variáveis, tendo seus pesos somados, representam 59,12% do índice de qualidade ambiental. Destacam-se ainda os fragmentos nas partes centro-leste e sudeste da área de estudo, além de um fragmento da divisa dos bairros Hauer e Boqueirão e outros no Boqueirão, na porção sudoeste.

As correlações entre as variáveis entre si e entre as variáveis e o índice são apresentadas no APÊNDICE 7. Todas as 84 correlações realizadas foram estatisticamente significativas, apresentando um erro calculado inferior a 5%. Considerando as correlações entre as variáveis que compõem o IQA, a maioria foi muito forte (33,33%). Outras 14,29% foram fortes. Destacam-se os coeficientes de correlação entre cobertura vegetal e as métricas da paisagem AREA (r_{xy} = 0,767; r_s = 0,625; τ = 0,614), SHAPE (r_{xy} = 0,848; r_s = 0,625; τ = 0,613), CORE (r_{xy} = 0,736; r_s = 0,625; τ = 0,616), e ENN (r_{xy} = 0,899; r_s = 0,625; τ = 0,617). As métricas da paisagem entre si apresentaram correlação perfeita (= 1) ou próxima a isso. Essa redundância entre as métricas já foi amplamente investigada no passado, como por exemplo nos estudos de O'Neill et al. (1988), Hargis et al. (1998), Giles e Trani (1999), e Wang e Malanson (2007), além de ser afirmada por McGarigal (2015), e também observada em áreas urbanas por Silva et al. (2019) e em bacias hidrográficas por Amorim et al. (2021). Isso significa que, embora diferentes métricas da paisagem sejam relevantes em uma análise individual dos remanescentes de vegetação, elas não são todas necessárias para a composição de um índice de qualidade já que acabam demonstrando resultados similares.

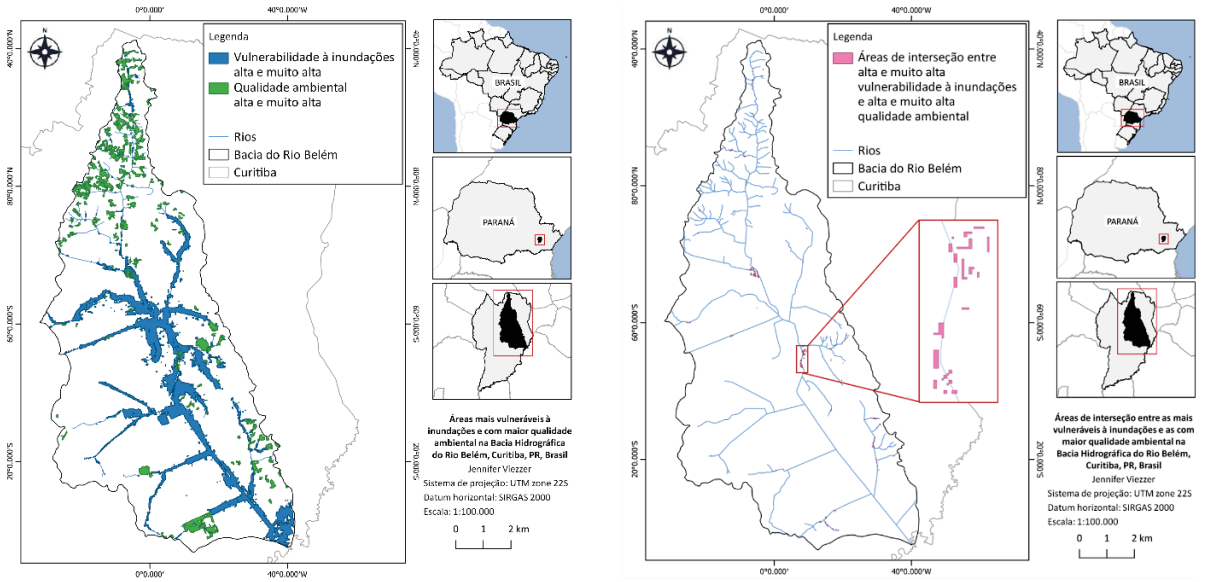
Agora quanto as correlações entre as variáveis e o IQA, sobressaem-se as correlações de Pearson muito fortes entre IQA e cobertura vegetal (r_{xy} = 0,933), e as métricas da paisagem (r_{xy} entre 0,809 e 0,960). Isso provavelmente ocorreu devido a multicolinearidade entre as variáveis cobertura vegetal e métricas da paisagem que, juntas, compõem 75,77% do IQA. Por outro lado, os coeficientes de Spearman e

Kendall acusaram alta correlação entre IQA e NDVI (r_s = 0,737; τ = 0,701), o que foi inesperado uma vez que o NDVI possui o segundo menor peso dentre as variáveis que compõem o IQA (9,42%) e não apresentou correlação forte com nenhuma outra variável.

4.2.3 Relação entre vulnerabilidade a inundações e qualidade ambiental

Os mapas que mostram alta e muito alta vulnerabilidade a inundações e alta e muito alta qualidade ambiental foram combinados e suas áreas de interseção apresentadas na FIGURA 37. As interseções ocorreram em apenas 0,0356 km² da bacia (0,04%), localizadas principalmente no Passeio Público e no bairro Prado Velho, junto ao Rio Belém entre a Rua Guabirotuba e a Linha Verde, adjacente ao campus da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR).

FIGURA 37 – MAPAS DE ALTA E MUITO ALTA VULERABILIDADE A INUNDAÇÕES E QUALIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL, E SUAS INTERSEÇÕES



FONTE: A autora (2022).

Considerando exclusivamente as áreas onde a vulnerabilidade a inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Belém é muito alta, 5,13% tem qualidade ambiental alta, e não há sobreposições com qualidade ambiental muito alta. Nas áreas com alta vulnerabilidade a inundações, a proporção de qualidade ambiental alta ou muito alta é de apenas 0,37%. Essa tendência continua para as áreas de vulnerabilidade

moderada, com 2,09% de qualidade ambiental alta ou muito alta; tendência que muda a partir das áreas de vulnerabilidade baixa, que possuem 34,16% de qualidade ambiental alta ou muito alta. Já as áreas onde a vulnerabilidade é muito baixa, 95,45% tem alta ou muito alta qualidade ambiental.

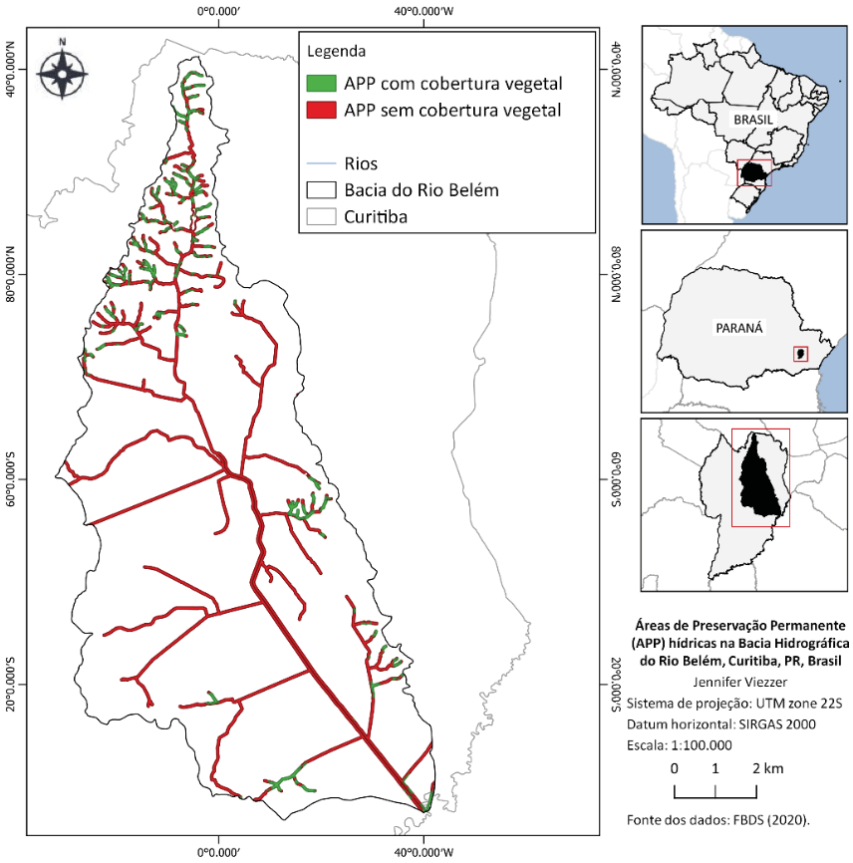
As correlações das variáveis e do índice de vulnerabilidade a inundações com as variáveis e o índice de qualidade ambiental são apresentadas no APÊNDICE 8. Das 216 correlações realizadas, 14,81% não foram estatisticamente significativas, apresentando um erro calculado superior a 5% e, por isso, foram excluídas da análise. Essas correlações referem-se às variáveis porção da bacia e tipologia de área verde. Agora, considerando somente as correlações significativas, a maioria foi não-importante (71,74%). Dentre o restante, destacam-se dois coeficientes de correlação considerados fortes (1,09%), r_{xy} = -0,502 e r_s = -0,501, encontrados entre uso e cobertura do solo e cobertura vegetal. Esse resultado era esperado uma vez que as duas variáveis usam a mesma base de dados e representam realidades inversas pois onde há ocupações urbanas e industriais não há cobertura vegetal e vice-versa. O mesmo ocorre entre uso e cobertura do solo e o IQA (r_{xy} = -0,440; r_s = -0,446; τ = -0,407), já que anteriormente mostrou-se a correlação muito forte entre IQA e cobertura vegetal.

Chama-se atenção ainda para os coeficientes entre os dois índices IVI e IQA (r_{xy} = -0,247; r_s = -0,301; τ = -0,236), que mostra correlação inversa importante, mesmo fraca, uma vez que a área de interseção entre alta e muito alta vulnerabilidade a inundações e alta e muito alta qualidade ambiental é pequena.

4.2.4 Áreas prioritárias para conservação e para restauração em APPs hídricas considerando vulnerabilidade a inundações e qualidade ambiental

Para determinar as áreas prioritárias para conservação e para restauração na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, usou-se o mapeamento da APP da bacia realizado pela FBDS (2020) mostrando a existência ou déficit de cobertura vegetal, apresentados na FIGURA 38. As áreas mapeadas aqui como de alta ou muito alta qualidade ambiental que estão dentro de APP com cobertura vegetal, foram consideradas áreas prioritárias para a conservação; enquanto áreas de alta ou muito alta vulnerabilidade a inundações dentro de APP sem cobertura vegetal, são consideradas áreas prioritárias para a restauração (FIGURA 39).

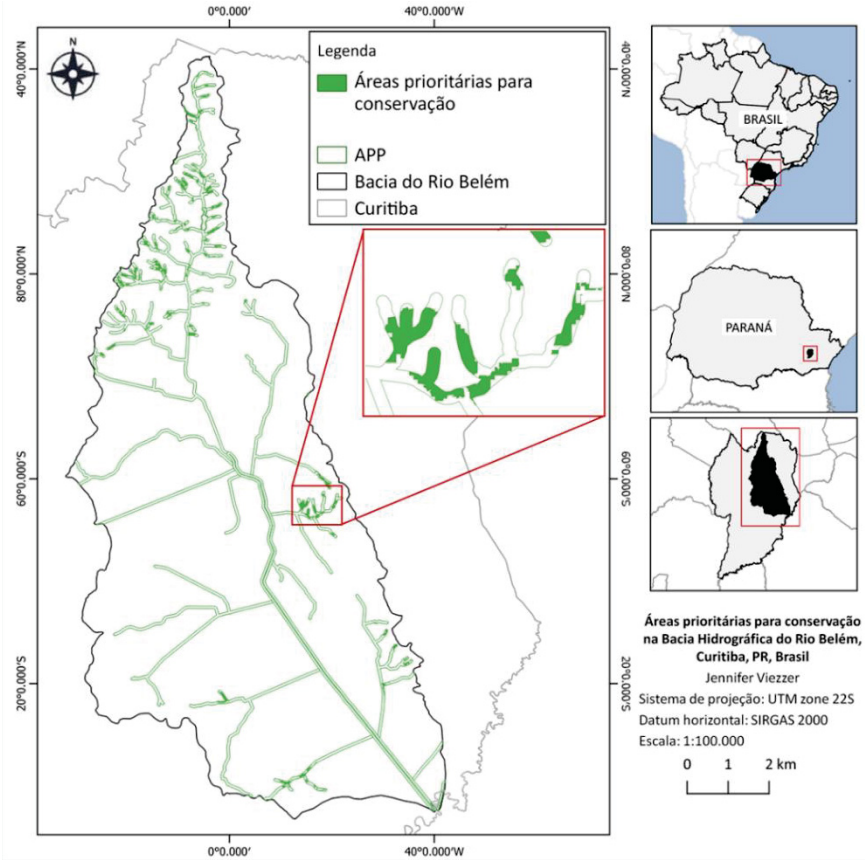
FIGURA 38 – COBERTURA VEGETAL EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL

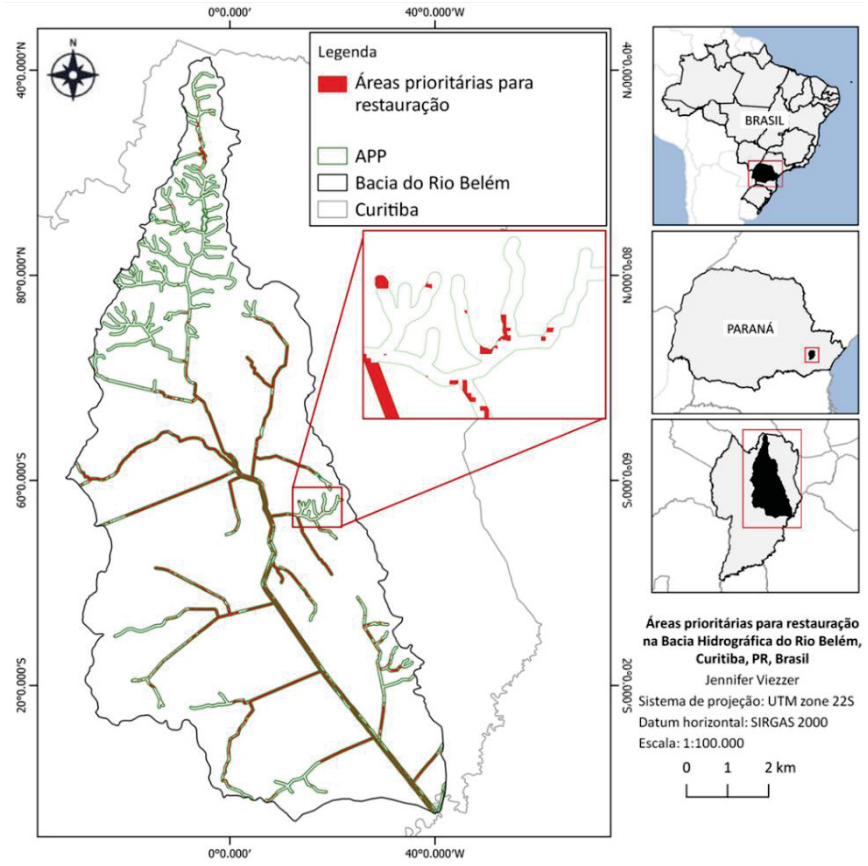


FONTE: A autora (2022).

A Bacia Hidrográfica do Rio Belém tem 7,3416 km² de APP (8,20% da sua área total), sendo apenas 1,1450 km² (15,60%) com cobertura vegetal. Há, então, déficit de 6,1966 km² (84,40%). Considerando áreas de qualidade ambiental alta ou muito alta, 0,8189 km² foram apontados como áreas prioritárias para conservação, que representam 11,15% de toda a APP ou 71,52% da APP com cobertura vegetal. Destas, apenas 0,1307 km² (15,96%) estão atualmente protegidas por áreas verdes. Essa informação, então, pode ser útil para determinar a criação de novas áreas verdes buscando proteção adicional à APP. Destacam-se locais próximos a áreas verdes já existentes na porção norte da bacia, como os parques Nascente do Rio Belém, das Pedreiras e São Lourenço. Inclusive, seria interessante aumentar a conectividade entre esses parques, como Curitiba já realizou antes na Bacia Hidrográfica do Rio Barigui com os parques Tanguá, Tingui e Barigui. Além disso, sobressaem-se áreas adjacentes aos bosques do Pilarzinho, Zaninelli, Alemão, João Paulo II e Reinhard Maack, que poderiam até mesmo ter suas áreas expandidas para contemplar as áreas prioritárias para conservação.

FIGURA 39 – ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO E PARA RESTAURAÇÃO NA BACIA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL





FONTE: A autora (2022).

Ademais, remanescentes de vegetação nativa na Universidade Federal do Paraná (UFPR) campi Jardim Botânico e Centro Politécnico e em área do 5º Grupo de Artilharia de Campanha Autopropulsado (5º GAC AP) do Exército Brasileiro também aparecem como prioritárias para a conservação. Estes remanescentes, embora fora de áreas verdes, são de certa forma protegidos devido a sua localização dentro de terrenos da União. Inclusive, o remanescente chamado Capão do Tigre, do campus Jardim Botânico da UFPR, é cadastrado como um Bosque Nativo Relevante junto a Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba e tem seu regime de proteção instituído pelo Código Florestal Municipal, Lei n° 9.806, de 3 de janeiro de 2000 (CURITIBA, 2000a).

Considerando o uso da FU-SbN para reduzir o risco de inundações, áreas prioritárias para restauração ocuparam 3,1549 km², 42,97% da APP ou 50,91% do déficit existente. Destas, 0,1507 km² (4,78%) localizam-se dentro de áreas verdes, o que facilita ao poder público a execução de atividades de restauração. Por outro lado, a maioria das áreas prioritárias para restauração estão em ocupação urbana média (1,4267 km² ou 45,22%) e alta (1,1516 km² ou 36,50%), então demandam investigações mais profundas que deem base a alternativas complexas (e impopulares) como a desapropriação de imóveis particulares. Entretanto, cabe ressaltar que 39,87% das áreas prioritárias para restauração localizam-se em vias públicas que poderiam ser replanejadas para dar espaço à vegetação, como ocorrido com o Rio Cheonggyecheon, na Coréia do Sul, por exemplo (WEF, 2022).

Restaurar florestas nas cidades é complexo devido ao uso e cobertura do solo urbano. Devido a áreas construídas consolidadas, nem sempre é possível realizar uma restauração ecológica no sentido clássico. Dentre as soluções, estão as diferentes tipologias de áreas verdes protegidas, que oferecem opções diversas para conservação e recuperação da vegetação nativa dentro das cidades. Dentre elas, destacam-se no contexto desta pesquisa as (i) Áreas de Proteção Ambiental (APA), onde o uso e cobertura do solo é restrito, visando a proteção da água; os (ii) Parques Lineares, que são implementados ao longo de corpos d'água para garantir a qualidade ambiental de fundos de vales; e as (iii) Reservas Particulares do Patrimônio Natural Municipal (RPPNM), quando proprietários privados desejam contribuir com a proteção da natureza para a conservação da biodiversidade e prestação de serviços ecossistêmicos.

Outra abordagem importante é integrar diferentes instrumentos de planejamento territorial e urbano para permitir a desapropriação e revitalização das áreas prioritárias e garantir a recuperação de rios urbanos, reconhecendo também os seus limites (MIGUEZ et al., 2015; VERÓL et al., 2019). Diversos instrumentos de planejamento territorial citados anteriormente na seção 3 (material e métodos) incidem sobre a área de estudo, como o Código Florestal Municipal (CURITIBA, 2000a); o Plano Diretor (CURITIBA, 2015b); a Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo (CURITIBA, 2019); e o Sistema Municipal de Unidades de Conservação de Curitiba (SMUC) (CURITIBA, 2020b). Todos os instrumentos precisam estar em consonância para permitir a transformação espacial necessária para lidar com a vulnerabilidade a inundações na bacia.

Como cada planejamento é elaborado e implementado por instituições, secretarias, departamentos, e ou pessoas diferentes, instrumentos que incidem sobre um mesmo território muitas vezes são desconexos ou até mesmo incompatíveis, o que gera retrabalho e uso ineficiente de recursos, e prejudica o alcance de seus objetivos e metas. Gestores municipais precisam ter uma visão sistêmica da cidade e conectar todos os instrumentos e atores envolvidos. Ter mais servidores públicos concursados pode ser uma solução por garantir a permanência de profissionais especializados nos processos de planejamento a médio e longo prazo. Além disso, a existência de um cargo no poder executivo municipal com a função de transitar por diferentes secretarias, como as de Meio Ambiente (SMMA), Obras Públicas (SMOP), Urbanismo (SMU), e autarquias, como o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), pode ajudar a conciliar e potencializar ações conjuntas. Ainda, o desenvolvimento de ferramentas de tecnologia da informação que facilitem a integração entre instrumentos de planejamento pode ser crucial.

A maioria das áreas com alta ou muito alta vulnerabilidade a inundações da área de estudo foram encontradas fora da APP, 6,0495 km² ou 65,51%, o que mostra a necessidade de proteções adicionais à da LPVN. Conforme apresentado na seção 3 (material e métodos), essa proteção adicional já é prevista em legislações específicas locais. Entretanto, elas, assim como a própria LPVN, nunca foram totalmente regulamentadas e ou implementadas. O mesmo padrão foi observado em outras bacias hidrográficas brasileiras (ATTANASIO et al., 2006; SIEFERT; SANTOS, 2015; BRESSIANI et al., 2018), onde a APP sozinha não se mostrou suficiente para proteger todas as áreas vulneráveis a inundações. Todavia, isso era esperado uma

vez que a APP não considera características específicas de cada bacia, e é delimitada por uma largura ou raio mínimos no entorno de corpos d'água. As APPs são assim demarcadas para permitir sua implementação, monitoramento e fiscalização em larga escala, como apontado também por Richardson et al. (2012). Coincidentemente, Sweeney e Newbold (2014) encontraram, ao fazerem uma revisão de literatura sobre o tema, que um buffer de no mínimo 30 metros é o necessário para proteger a integridade física, química e biológica de rios pequenos – mesma largura exigida pela LPVN. Ainda assim, o uso de índices de vulnerabilidade a inundações para delimitar áreas adicionais de proteção também devem ser considerados (SIEFERT; SANTOS, 2015; VIEZZER et al., 2022).

4.2.5 Discussão dos resultados sobre as relações entre vulnerabilidade a inundações e qualidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Belém

Esta pesquisa buscou caracterizar a Bacia Hidrográfica do Rio Belém quanto a variáveis que refletem a vulnerabilidade a inundações e a qualidade ambiental, investigar a correlação entre elas, e determinar áreas prioritárias para conservação e para restauração. Com base nisso, pretendeu-se responder se a vulnerabilidade a inundações é maior em áreas com menor qualidade ambiental (hipótese 3). Os resultados encontrados indicam que a maioria das áreas de vulnerabilidade a inundações alta ou muito alta não se sobrepõem as áreas de qualidade ambiental também alta ou muito alta, mas sim com as de menor qualidade ambiental, o que foi condizente com outros estudos (PALMER et al., 2015; ANZALDUA et al., 2018; SCHOLES et al., 2018; SZALKIEWICZ et al., 2018; TELLMAN et al., 2018; HU et al., 2019).

As áreas de vulnerabilidade a inundações alta ou muito alta encontradas nesta pesquisa foram comparadas com outros estudos similares contemplando a área de estudo (IPPUC, 2001; SUDERHSA, 2002; CURITIBA, 2017; OLIVEIRA, 2017; CURITIBA, 2020a; e LIMA et al., 2021). O IPPUC (2001) disponibiliza em sua mapoteca online um mapa de áreas inundáveis que mostra na cor roxa áreas inundadas em 1983 e na cor rosa áreas sujeitas a inundação (ANEXO 2). Não foram encontradas maiores informações sobre essas áreas nem seus dados espacializados. As áreas inundáveis encontram-se adjacentes ao Rio Belém, na porção mais ao sul

da bacia, similares às áreas de vulnerabilidade a inundações alta ou muito alta determinadas nesta pesquisa.

Já o Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu (SUDERHSA, 2002) realizou uma modelagem hidrodinâmica para determinar áreas de risco a inundações (ANEXO 3) com base em dois eventos chuvosos extremos estatísticos, com tempo de retorno de 10 e 25 anos (TR10 e TR25) e em três cenários de impermeabilização da bacia (cenário atual, ano-base 1999; tendencial, com aumento de urbanização previsto para 2020; e dirigido, considerando a implementação das medidas de controle de inundações propostas no plano até 2020). Apesar da baixa resolução da imagem disponibilizada, é possível perceber similaridades entre as áreas de risco e as áreas de vulnerabilidade a inundações alta ou muito alta determinadas aqui, principalmente nas porções centro e sul da bacia.

O modelo foi calibrado usando pontos críticos de inundação definidos a partir de pesquisa qualitativa de percepção realizada junto à Prefeitura Municipal de Curitiba (ANEXO 3), devido a carência de dados observacionais. Embora também de baixa resolução, a imagem que apresenta a percepção dos pontos críticos de inundação parece igualmente condizer com os resultados encontrados nesta pesquisa.

O Plano Diretor de Drenagem de Curitiba (CURITIBA, 2017), por sua vez, apresenta um mapa de manchas de enchentes observadas (ANEXO 4) elaborado a partir de mapas anteriores, inclusive os de IPPUC (2001) e SUDERHSA (2002), calibrados por verificação visual em campo e por entrevista com moradores. O mapa apresenta áreas de inundação similares ao desta pesquisa também nas porções centro e sul da bacia. Assim como SUDERHSA (2012), entretanto, o Plano de Drenagem propõe bacias de detenção como a principal medida de redução de risco de inundações, conforme já apresentado na seção 3 (material e métodos), embora aponte que a criticidade das inundações é vinculada a ocupação de APP.

Oliveira (2017) realizou simulações de inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Belém através de um modelo hidrológico/hidráulico calibrado com dados de vazão de uma estação fluviométrica (Prado Velho/PUCPR) considerando quatro tempos de recorrência de chuva (TR10, TR25, TR50, e TR100 anos) e dois cenários de concentração de chuva em locais com diferentes graus de impermeabilização (C1 na porção central da bacia e mais impermeável; e C2 na nascente do Rio Belém e menos impermeável). O acesso aos dados espaciais foi possível após contato por e-mail com o autor. As manchas de inundação encontradas ocuparam entre 6,9870 km² (TR10

C2) e 10,6379 km² (TR100 C1), apresentadas no APÊNDICE 9. Em comparação, os resultados encontrados nesta pesquisa mostram 9,2347 km² de áreas de vulnerabilidade a inundações alta ou muito alta.

A maior diferença encontrada entre as duas camadas de informação aparece na porção norte da bacia, onde o estudo de Oliveira (2017) mostra manchas de inundações não captadas pelo IVI. Por outro lado, a maioria das áreas de vulnerabilidade a inundações alta ou muito alta, concentradas na porção centro-sul da área de estudo, parece concordar com o encontrado pela modelagem hidrológica/hidráulica realizada pelo autor.

O Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (CURITIBA, 2020a) realizou uma avaliação do risco climático considerando tendências do clima da cidade entre 1960 e 2019, projeções climáticas até 2100, e variáveis como uso do solo, população, condição socioeconômica etc. Assim, apresentam um mapa de risco de inundação para 2050 (ANEXO 5). Os autores foram contatados em busca de maiores informações sobre o método de elaboração do mapa e sobre a disponibilidade de dados espaciais, sem sucesso. Mesmo assim, é possível perceber as similaridades entre esse e o resultado encontrado aqui quanto a concentração da vulnerabilidade a inundações nas porções centro e sul da bacia.

Diferentemente de SUDERHSA (2002) e CURITIBA (2017), o PlanClima prioriza ações de conservação e recuperação da vegetação nativa, aumento da permeabilidade, e manejo de águas pluviais como formas de reduzir o risco das inundações. Entretanto, o plano não vai além disso, sem apontar áreas prioritárias ou atividades específicas a serem realizadas.

Por fim, Lima et al. (2021) mapearam o risco de inundações para Curitiba (ANEXO 6) como a combinação entre a favorabilidade de processos perigosos e a possibilidade de prejuízos e danos. Para estabelecer a favorabilidade, as variáveis litologia, declividade e histórico de inundações foram consideradas. O histórico de inundações, entretanto, foi retirado do mapa de manchas de enchentes presente no Plano Diretor de Drenagem (CURITIBA, 2017), e não de uma base de dados de ocorrência de inundações, o que será discutido posteriormente. A possibilidade de prejuízos e danos considerou equipamentos essenciais, potencial poluidor e vulnerabilidade social. Aqui também é possível observar que há semelhanças entre as áreas de risco alto encontrados pelos autores e as áreas de vulnerabilidade alta e muito alta elaboradas nesta pesquisa.

De certa forma, os resultados dos estudos citados anteriormente validam aqueles encontrados aqui, embora o ideal seria comparar os resultados com dados observacionais da ocorrência de inundações ou até mesmo integrá-los ao método de elaboração do IVI. Esses dados, entretanto, não são disponibilizados por instituições federais, estaduais ou municipais, e a histórica fragilidade dos registros de ocorrências realizados pela Defesa Civil é uma limitação reconhecida (SUDERHSA, 2002; UFSC, 2013; CURITIBA, 2017; MMA, 2018c). Inclusive, entrou-se em contato por e-mail com a Defesa Civil do Paraná, que gentilmente encaminhou o registro de ocorrências de inundações existente, reconhecendo as suas lacunas. Todavia, por causa delas, esses dados não foram considerados nesta pesquisa.

Um esforço foi realizado para que apenas informações amplamente disponíveis e que podem ser aplicadas para a maioria dos municípios da Mata Atlântica fossem usadas aqui, pois é sabido que um dos desafios na realização de análises multicritério é a falta de dados (FUNK et al., 2019). Essa lacuna foi encontrada por 22% dos 529 artigos científicos avaliados em revisão de literatura sobre Eco-RRD realizada por Sudmeier-Rieux et al. (2021).

Tendo isso em consideração, as variáveis usadas para compor o IVI foram selecionadas de uma gama limitada de dados disponíveis para a área de estudo. Mas, como essas variáveis são as mais presentes em estudos de inundações (por exemplo GIGOVIĆ et al., 2017; SHAFIZADEH-MOGHADAM et al., 2018; TANG et al., 2018; KHOSRAVI et al., 2019), acredita-se que tenham sido suficientes para explicar o fenômeno estudado com um resultado robusto, inclusive em comparação a estudos anteriores. No entanto, incluir outras variáveis – como dados observacionais confiáveis, quando existirem – pode ajudar a entender melhor a dinâmica da bacia hidrográfica, repriorizar áreas para restauração e fornecer mais informações aos tomadores de decisão.

Além disso, outras variáveis interessantes à análise de vulnerabilidade a inundações incluem indicadores de urbanização, como população e ou densidade demográfica, e condições socioeconômicas. Enquanto essas variáveis foram consideradas na primeira parte desta pesquisa para os municípios da Mata Atlântica, elas não foram incluídas nesta segunda parte para a Bacia Hidrográfica do Rio Belém devido à falta de dados espacializados na área de estudo.

Quanto à qualidade ambiental, não foram encontrados estudos similares comparáveis na área de estudo. Apenas avaliações de qualidade ambiental que

consideraram exclusivamente o uso do solo, como Ferreira (2015) para toda Curitiba e Liberti et al. (2019) apenas para a porção norte da bacia; análises gerais da vegetação da cidade, como Grise et al. (2016b); e cálculos de métricas da paisagem em lugares específicos, como Goes et al. (2018) para o parque São Lourenço, ou com objetivos distintos, como Reis et al. (2021) para conservação de uma espécie arbórea ameaçada.

Curitiba está entre as cidades com melhores oportunidades para a redução do risco de inundações por meio da FU-SbN, conforme avaliação das 70 maiores cidades da América Latina realizada por Tellman et al. (2018). Mas priorizar áreas para conservação e restauração de APP como uma FU-SbN pode ser desafiador pois há muito o que se considerar. Além de diferentes variáveis e métodos possíveis, o objetivo também pode variar. Esta pesquisa considerou apenas vulnerabilidade a inundações e qualidade ambiental, mas é preciso destacar que as APPs oferecem serviços ecossistêmicos diversos, como o controle da poluição atmosférica e hídrica, a regulação microclimática, e a conservação da biodiversidade, que se considerados adicionalmente poderiam apontar outras prioridades.

Junto a conservação e recuperação de APPs, imprescindíveis à redução do risco de inundações, somam-se outras SbN complementares. Por exemplo, telhados verdes e jardins de chuva são eficientes no combate aos alagamentos, mas contribuem também com a redução do risco de inundações por aumentarem a área permeável das cidades (ZHANG et al., 2020). Além disso, o aumento da cobertura florestal urbana como um todo influencia o ciclo hidrológico (HONDA; DURIGAN, 2017; UNESCO; UN-WATER, 2018; WEBBER et al., 2019; UNESCO; UN-WATER, 2020), então é importante que o planejamento territorial e ambiental urbano incentive a proteção de toda a floresta urbana.

As relações entre cobertura vegetal e proteção da água, embora amplamente estudadas e relativamente bem compreendidas pelos hidrólogos, ainda não foram totalmente assimiladas por outros campos da ciência e não são adequadamente compreendidas pelos tomadores de decisão e pela sociedade como um todo (HONDA; DURIGAN, 2017). Assim, desenvolver avaliações de vulnerabilidade e prioridades de conservação e restauração pode ajudar os formuladores de políticas e tomadores de decisão a considerar essas relações em seu planejamento urbano.

4.3 EXPERIÊNCIAS, PREFERÊNCIAS E PERCEPÇÕES DA POPULAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA SOBRE APPs HÍDRICAS E VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES

O respondente médio do questionário aplicado nesta pesquisa é do gênero feminino; tem 40 anos, então faz parte da geração Y ou *millenial*[41]; fez pós-graduação; tem rendimento bruto mensal da família entre R$ 5.000,01 e R$ 10.000,00; mora em Curitiba, PR; não percebe um rio próximo a sua moradia; nunca teve sua moradia inundada, nunca se mudou devido a inundações e nem teve bens afetados por elas; mas já teve serviços e infraestruturas afetados e se preocupa com as inundações que ocorrem em sua cidade; observa que as inundações estão mais frequentes nos últimos anos, e acha que as principais causas para isso são solos impermeabilizados, chuvas fortes e rápidas, e ausência de vegetação; tem uma visão de mundo igualitária; já ouviu falar sobre áreas de preservação permanente (APPs), e soube identificar sua definição corretamente; identifica dentre os principais benefícios das APPs a preservação dos recursos hídricos, a conservação da biodiversidade e a proteção do solo; preferiu a primeira opção de foto nas três perguntas sobre imagens existentes no questionário, aquelas que representam uma APP mais natural; e teve, em média, um índice de relação com a natureza de 4,46 de um máximo de 5, quando a relação com a natureza é a mais próxima.

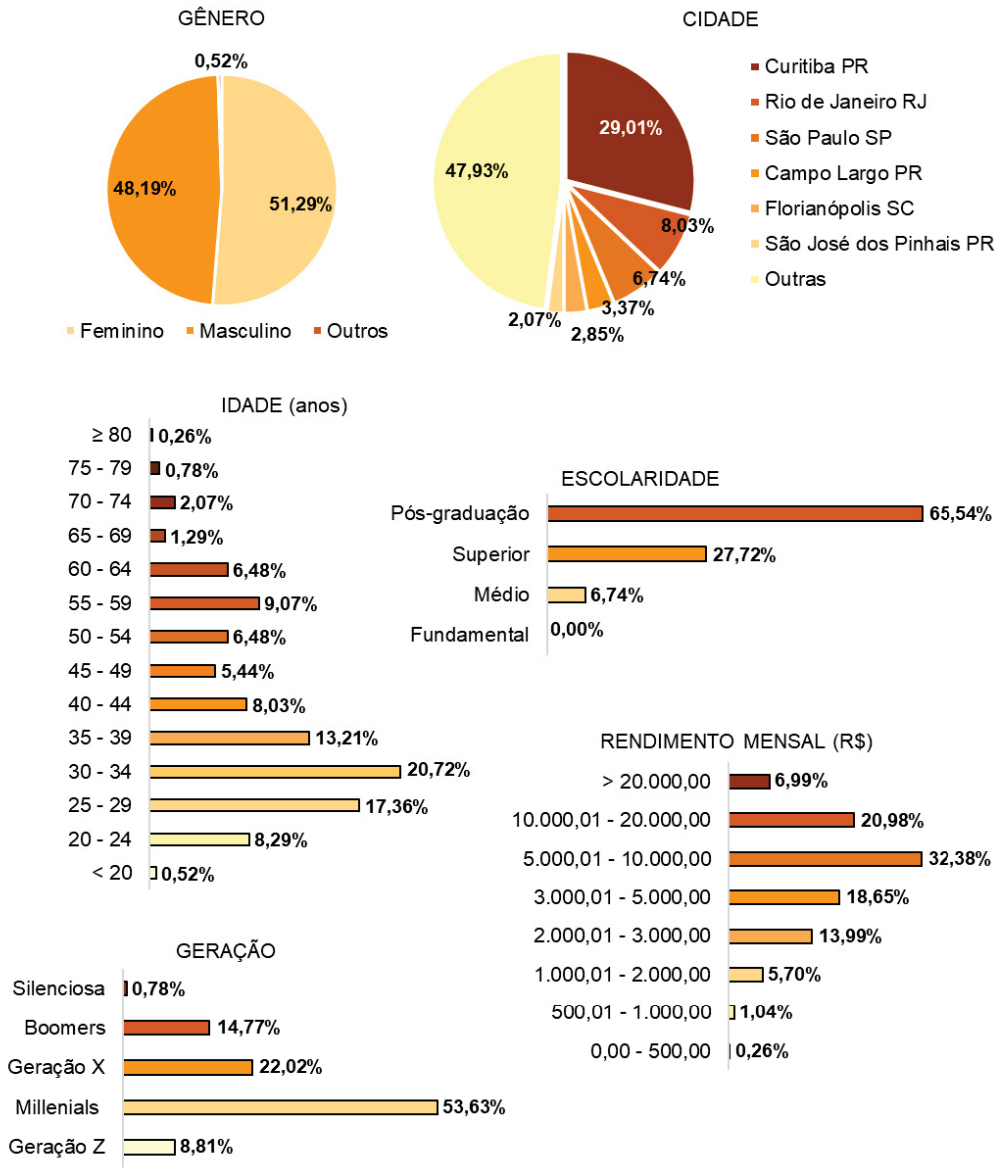
A FIGURA 40 mostra o perfil sociodemográfico e econômico dos 386 habitantes da Mata Atlântica que responderam ao questionário. Os respondentes foram 51,29% do gênero feminino, 48,19% masculino e 0,52% outros. Os valores encontrados aqui são similares aos do Censo Demográfico (IBGE, 2010) para os 15 estados do Bioma Mata Atlântica, que possuem população 51,23% feminina e 48,77% masculina. O censo não contabilizou outros gêneros.

Participaram respondentes de 123 municípios (3,99% dos 3.082 municípios da Mata Atlântica) de 11 estados (73,33%). Não houveram respondentes de Alagoas, Goiás, Mato Grosso do Sul ou Sergipe. A cidade com maior número de respondentes foi Curitiba (29,01%), que conta apenas com 1,16% da população dos 15 estados da Mata Atlântica (IBGE, 2010).

---

[41] Segundo Dimock (2019), a geração Z tem entre 9 e 24 anos; os millenials ou geração Y entre 25 e 40 anos; a geração X entre 41 e 56 anos; os boomers entre 57 e 75 anos; e a geração silenciosa entre 76 e 96 anos.

FIGURA 40 – PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO E ECONÔMICO DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA



FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: Geração Z = pessoas entre 9 e 24 anos; Millenials = entre 25 e 40 anos; Geração X = entre 41 e 56 anos; Boomers = entre 57 e 75 anos; e Silenciosa = entre 76 e 96 anos; segundo Dimock (2019).

A maior parte dos respondentes é da geração *millenial*, que tem entre 25 e 40 anos (53,63%). A faixa etária com maior número de respondentes foi entre 30 e 39 anos, com 51,29%. Nos estados da Mata Atlântica como um todo conforme apresentação dos dados do Censo Demográfico de 2010, a proporção é menor, pois somente 24,58% da população está nesta faixa etária (30-39 anos), ou 35,87% se considerados apenas os habitantes com 20 anos ou mais (IBGE, 2010).

Quanto a escolaridade, 93,26% dos respondentes tinham pelo menos ensino superior completo, destes 70,28% fizeram pós-graduação (especialização, mestrado ou doutorado). Por outro lado, apenas 13,89% da população dos estados da Mata Atlântica possuem ensino superior completo (IBGE, 2021).

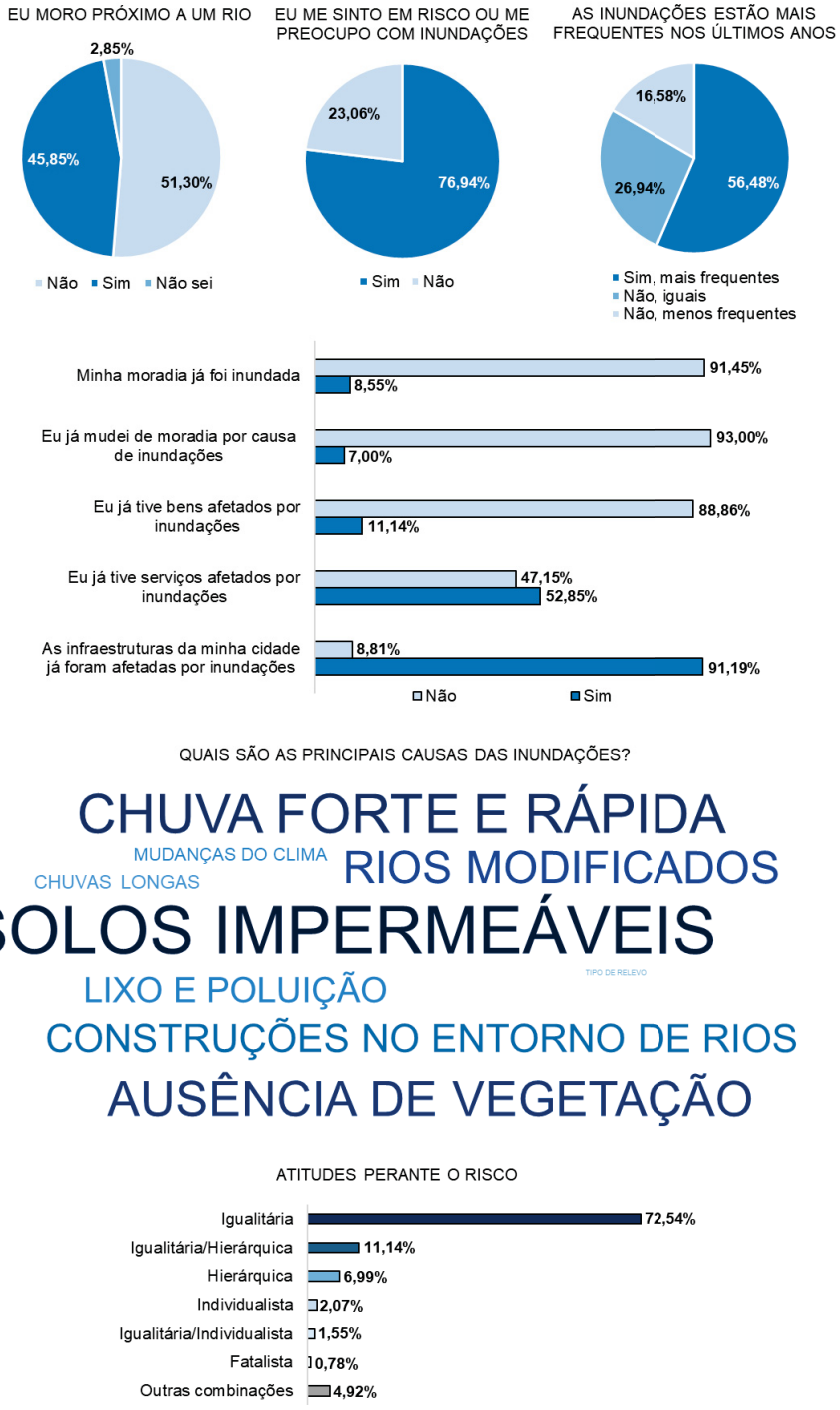
A maioria dos respondentes possui rendimento bruto mensal da família entre 5 e 20 mil reais (53,36%). Nos estados da Mata Atlântica, o rendimento médio per capita é de R$ 1.466,00 (IBGE, 2021). Considerando o tamanho médio das famílias brasileiras de 3,07 pessoas (OBSERVATÓRIO NACIONAL DA FAMÍLIA, 2021), o rendimento médio familiar para o bioma seria de aproximadamente R$ 4.500,00. Apenas 18,65% dos participantes do questionário incluem-se nesta faixa de rendimento (entre 3 e 5 mil reais). Assim sendo, os respondentes não são representativos do perfil sociodemográfico e econômico da população da Mata Atlântica quando considerado distribuição geográfica, idade, mas principalmente escolaridade e rendimento. Por isso, os resultados encontrados aqui não devem ser extrapolados para a população da Mata Atlântica em sua totalidade. Porém, podem ser analisados como representativos deste perfil específico.

Embora questionários online sejam confiáveis, além de um método de pesquisa barato, rápido e conveniente (ALQAHTANY; ABUBAKAR, 2020; ANDRADE, 2020), dificilmente eles permitem acessar toda a população. Segundo Tanner (2018), o seu uso limita-se àqueles com acesso à internet, muitas vezes excluindo pessoas com níveis mais baixos de alfabetização, educação, renda, e as mais velhas. Por isso, estudos deste tipo só podem fazer afirmações válidas para o grupo específico de respondentes, sem generalizar para a população no geral. Ainda assim, para a autora, as amostras alcançadas pelos questionários online são suficientes para pesquisas exploratórias.

As respostas referentes às experiências e percepções sobre inundações dos participantes da pesquisa são apresentadas na FIGURA 41.

Embora poucos tenham vivenciado impactos mais diretos das inundações sobre suas moradias (8,55%), sobre a necessidade de mudança de moradia devido às inundações (7,00%), e sobre bens como móveis, eletrodomésticos e carros (11,14%); a maioria já foi de alguma forma afetada, tendo serviços como transporte público, eletricidade, e internet interrompidos (52,85%, destes 89,22% mais de uma vez) e infraestruturas como ruas, calçadas e pontes atingidos (91,19%, destes 97,44% mais de uma vez).

FIGURA 41 – EXPERIÊNCIAS E PERCEPÇÕES SOBRE INUNDAÇÕES E ATITUDES PERANTE O RISCO DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA



FONTE: A autora (2022).

É possível que a minoria dos respondentes tenha vivenciado impactos mais diretos das inundações devido ao perfil médio dos participantes, que possuem um rendimento bruto mensal da família superior à média para os estados da Mata Atlântica, uma vez que estudos indicam que as pessoas mais pobres são as mais atingidas pelos impactos das inundações (ANGUELOVSKI et al., 2016; UNDRR, 2015;

UNDRR, 2020). Considerando apenas os respondentes com rendimento entre R$ 0,00 e 5.000,00, 13,73% já teve sua moradia inundada, valor 60,58% superior ao total de 8,55%.

Tendo em conta apenas as pessoas que já tiveram sua moradia inundada, 60,61% são mulheres (contra 51,29% do total dos respondentes, valor 18,17% maior) e 63,63% tem rendimento até R$ 5.000,00 (contra 8,55%, 644,21% a mais). Esses dados também corroboram a literatura específica que indica mulheres e pessoas em piores condições socioeconômicas como os mais afetados pelas inundações (UNDRR, 2015; UNDRR, 2020). Embora não se sintam mais em risco ou preocupados com as inundações do que os respondentes no geral (78,79%, contra 76,94%, 2,40% a mais), aqueles que já tiveram sua moradia inundada perceberam mais o aumento na frequência das inundações do que os demais (66,67%, contra 56,48%, ou 18,04% a mais).

Curitiba foi a cidade com maior número de respondentes que disse já ter vivenciado inundações em suas moradias (8 participantes ou 7,14%), enquanto a cidade do Rio de Janeiro teve a maior porcentagem de respondentes com essa experiência (6 participantes ou 19,35%). Mais moradores do Rio de Janeiro também já mudaram de moradia devido a inundações (10%, valor 42,86% maior que o total), e tiveram bens (23,33%, 109,42% a mais), serviços (73,33%, 38,75% a mais) e infraestruturas (96,67%, 6,00% a mais) afetados. Isso possivelmente reflete na maior proporção de pessoas que se sentem em risco ou se preocupam com inundações no município (96,67%, valor 25,64% maior que o total) e que percebem que as inundações estão cada vez mais frequentes (76,67%, 35,75% a mais).

A maioria dos respondentes se sente em risco ou se preocupa com as inundações que ocorrem em sua cidade (76,94%, destes 48,82% respondeu que se preocupa muito). Uma diferença entre gêneros é notada aqui (valor-p 0,015 < valor-α 0,050), pois 81,82% das mulheres dizem se sentir em risco ou se preocupar (destas, 51,23% muito), enquanto o mesmo é verdade para 71,51% dos homens (destes, 45,86% muito).

Também há diferença entre gêneros nas respostas quanto a frequência das inundações (valor-p 0,006 < valor-α 0,050). Dentre as mulheres, 65,15% diz ter percebido aumento na ocorrência de inundações, enquanto a mesma resposta foi dada por 47,31% dos homens. No geral, 56,48% dos respondentes percebeu um aumento na frequência das inundações em sua cidade nos últimos anos.

Dentre as gerações (valor-p 0,034 < valor-α 0,050), os *millenials* aparecem como os mais preocupados (79,23%, 41,46% muito) e os que mais perceberam o aumento na frequência das inundações (59,42%).

Exclusivamente entre aqueles que se preocupam com as inundações, a maioria é mulher (56,23%, contra 51,29%, valor 9,63% acima do total), e pertencente às gerações Y (61,28%, contra 53,63%, 14,26% a mais) e Z (10,77%, contra 8,81%, 22,25% a mais). A maior diferença foi encontrada quanto ao rendimento, onde 51,51% dos respondentes que se sentem em risco ou se preocupam com as inundações se encontram na classe até R$ 5.000,00; 42,09% entre R$ 5.000,00 e R$ 10.000,00; e apenas 6,40% acima de R$ 10.000,00 (contra 27,97% no total, 77,12% a menos).

As causas das inundações mais citadas pelos respondentes como um todo foram solos impermeáveis que impedem a infiltração da água (19,95%), chuvas fortes e rápidas (16,23%), ausência de vegetação ou desmatamento (14,77%), e rios canalizados, retificados, enterrados ou modificados (13,47%). Ao se agrupar as alternativas, 46,46% dos participantes da pesquisa apontaram aspectos de uso e cobertura do solo dentre as principais causas das inundações (ausência de vegetação, construções no entorno de rios, e solos impermeáveis), 26,76% aspectos meteorológicos e climáticos (chuvas fortes e rápidas, chuvas longas, e mudança do clima), e 2,59% aspectos topográficos e pedológicos (relevo e solo). A título de comparação, na equação do índice de vulnerabilidade a inundações (IVI) utilizada na subseção anterior e construído por meio da consulta a especialistas com o método AHP, o uso e cobertura do solo tem peso de 27,44%, o índice de concentração de chuvas 15,11%, e variáveis topográficas e pedológicas (altitude, declividade, TWI e tipo de solo) 38,16%. Esse resultado demonstra que a população percebe e dá maior importância aos problemas causados em decorrência do desmatamento e da urbanização.

Lange et al. (2014) entrevistaram 271 pessoas para estudar a percepção social da população de Teresópolis pós-desastre da Região Serrana do Rio de Janeiro ocorrido em 2011, considerando inclusive a percepção das pessoas sobre sua própria vulnerabilidade e o seu conhecimento sobre o papel dos serviços ecossistêmicos para a redução dos riscos ambientais. Os autores encontraram que a população tem uma percepção relativamente alta da sua vulnerabilidade e percebe que esses riscos vão aumentar ainda mais no futuro. A maioria dos entrevistados (70,00%) identificou chuvas fortes, deslizamentos ou inundações como acontecimentos importantes que

ocorreram em seu bairro nos últimos 10 anos. Também a maioria percebe aumento de chuvas (76,00%) e de inundações neste mesmo período (63,00%), valor 11,54% superior ao encontrado aqui (56,48%). Apenas 7,00% responderam que as inundações diminuíram (contra 16,58% desta pesquisa, valor 136,86% superior). Dentre as principais razões apontadas pelos entrevistados estão desmatamento e ou queimadas (32,90% contra 14,77% aqui, diferença de 55,11%) e mudanças climáticas (31,90% contra 5,35%, diferença de 83,23%). Todavia, mais de um quarto dos entrevistados não soube apontar nenhuma razão naquela pesquisa (27,50%).

No contexto do objetivo do desenvolvimento sustentável 11 – tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, a UN-Habitat e a Colab realizaram a Consulta Cidades Sustentáveis, relatório com a percepção de brasileiros sobre como está a sustentabilidade na sua cidade, que já conta com a primeira e a segunda edições (ONU-HABITAT; COLAB, 2019; 2020). A primeira edição, de 2019, teve 9.606 participantes, sendo a maioria homens (55,30%), entre 20 e 39 anos (57,80%), e com ensino superior completo (52,60%). Já na segunda, de 2020, foram entrevistadas 10.885 pessoas, sendo a maioria também homens (51,30%), entre 20 e 39 anos (50,98%), com ensino superior completo (56,37%). Cabem aqui citar as seguintes perguntas: “nos últimos dois anos, minha cidade foi atingida por algum desastre natural” – 30,10% dos entrevistados na primeira edição e 40,00% da segunda responderam que sim; “na cidade em que vivo, comparando com dois anos atrás, o número de pessoas afetadas negativamente quando acontecem desastres está aumentando” – 57,70% e 56,11% concordaram com essa afirmação; e “na cidade em que vivo, comparando com dois anos atrás, a perda econômica direta causada por um desastre está aumentando nos últimos dois anos (a perda econômica direta é qualquer dano às estruturas físicas, como edifícios e pertences dentro deles)” – 43,00% e 40,87% concordaram. Em comparação, 91,19% dos participantes do questionário aplicado aqui disse que as infraestruturas da sua cidade já foram afetadas por inundações e 56,48% vê um aumento nesse tipo de desastre, especificamente.

A maioria dos respondentes nesta pesquisa (72,54%) tem atitude igualitária perante o risco, o que indica uma visão de mundo que se opõe aos riscos que atinjam pessoas ou gerações futuras, e que vê a natureza como vulnerável a intervenções humanas (DOUGLAS; WILDAVSKY, 1982; RIPPL, 2002; OLTEDAL et al., 2004).

As respostas quanto a percepção ambiental e as atitudes perante a natureza dos participantes da pesquisa são apresentadas na FIGURA 42.

FIGURA 42 – PERCEPÇÃO AMBIENTAL E ATITUDES PERANTE A NATUREZA DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA



FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: APPs = Áreas de Preservação Permanente; UC = Unidade de Conservação; AA = Área de Amortecimento de Unidade de Conservação; CE = Corredor Ecológico; RL = Reserva Legal.

A maioria já ouviu falar sobre APPs (93,78%). Destes, 80,11% souberam identificar a sua definição correta. A definição incorreta com maior número de respondentes foi a de Unidades de Conservação (12,98%). Houveram diferenças entre as escolaridades (valor-p 0,039; 0,037 < valor-α 0,050): daqueles com até o ensino médio, 88,46% já ouviram falar de APPs e 60,87% acertaram sua definição; 89,72% dos com ensino superior ouviram falar de APPs e 78,13% acertaram sua definição; e 96,05% dos com pós-graduação ouviram falar de APPs e 82,72%

identificou corretamente a sua definição. Especula-se se isso ocorreu devido a uma possível maior participação de pós-graduados específicos da área de meio ambiente, devido a divulgação do questionário por e-mails a programas de pós-graduação da área e pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), ou se o conhecimento sobre APPs aumenta com o grau de escolaridade independentemente da área. Por isso, teria sido interessante incluir uma pergunta adicional sobre a escolaridade para saber a área estudada e se ela influencia as respostas – o que deve ser levado em consideração em estudos futuros.

As funções das APPs mais citadas foram preservar os recursos hídricos (28,08%), conservar a biodiversidade (18,42%), proteger o solo (12,43%), e proporcionar estabilidade geológica (9,58%) – todos benefícios das APPs segundo LPVN, que as estabelece (BRASIL, 2012b). Em seguida, ficou a função de reduzir o risco de desastres (9,39%) que, apesar de não constar na LPVN, é um benefício importante da vegetação ripária associado a redução do risco de desastres baseada em ecossistemas e à adaptação à mudança do clima baseada em ecossistemas (Eco-RRD e AbE).

Apenas 0,55%, entretanto, indicou o combate a mudança do clima dentre as principais funções das APPs, sendo nenhum da geração Z. É interessante notar que foram respondentes da geração Z os que mais apontaram a mudança do clima dentre as principais causas das inundações (20,59%), mas estes participantes não destacaram a relação entre a mudança do clima como causa das inundações e as APPs como forma de combate-las.

Em comparação, voltando ao estudo realizado por Lange et al. (2014) em Teresópolis, as principais respostas à pergunta “Por que a Mata Atlântica é importante?” foram: a amenização da poluição atmosférica/ar puro para 35,10%, o habitat para a fauna para 28,00%, e a proteção da natureza para 24,00%. Apenas 12,20% citou a redução de riscos de desastres, embora a proporção seja maior do que a encontrada aqui (9,39%, valor 23,03% menor).

Quanto as atitudes perante a natureza, 63,47% concordou totalmente com a afirmação “eu gosto mais de passeios ou férias em áreas naturais”, 28,50% concordou em partes, 4,92% não concordou nem discordou, e 3,11% discordou em partes. Com a afirmação “eu sempre penso em como as minhas ações afetam o meio ambiente”, 58,29% concordou totalmente, 37,56% concordou em partes, 2,59% não concordou nem discordou, 1,29% discordou em partes, e 0,26% discordou totalmente. Sobre

“minha conexão com a natureza e o meio ambiente faz parte da minha espiritualidade”, 58,55% concordou totalmente, 22,02% concordou em partes, 10,62% não concordou nem discordou, 3,89% discordou em partes, e 4,92% discordou totalmente. Quanto a “eu percebo a vida selvagem, fauna e flora, onde quer que eu esteja”, 63,47% concordou totalmente, 30,31% concordou em partes, 2,59% não concordou nem discordou, e 3,63% discordou em partes. Com a afirmação “minha relação com a natureza é uma parte importante de quem eu sou”, 73,32% concordou totalmente, 19,95% concordou em partes, 4,40% não concordou nem discordou, 2,07% discordou em partes, e 0,26% discordou totalmente. Por fim, com “eu me sinto muito conectado(a) a todas as formas de vida e à Terra”, 50,77% concordou totalmente, 36,01% concordou em partes, 7,51% não concordou nem discordou, 4,92% discordou em partes, e 0,78% discordou totalmente.

A média do índice de proximidade com a natureza foi de 4,46, de um valor máximo de 5. Essa média foi bastante superior aos encontrados por Nisbet e Zelenski (2013) em três estudos considerando atitudes perante a natureza realizados no Canadá. O primeiro foi realizado em 184 estudantes de psicologia, sendo 67,40% mulheres, com idade média de 19,48 anos. O índice médio foi de 3,28. O segundo avaliou 145 gestores, 38,62% mulheres, com idade média de 42,38 anos. O índice médio foi de 3,39. O terceiro abrangeu 354 alunos de psicologia, biologia, geografia ou história natural, 59,90% mulheres, com idade média de 20,03 anos. O índice médio foi de 3,34. Outras pesquisas também tiveram valores inferiores: 3,74, média encontrada por Martyn e Brymer (2016) em pesquisa com 305 estudantes de psicologia, 78,70% mulheres, com idade média de 33,53 anos, na Austrália; 3,52, encontrada por Lawton et al. (2017), que avaliaram 262 pessoas, 61,07% mulheres, com idade média de 34,50 anos, no Reino Unido; ou ainda 3,47, encontrada por Dean et al. (2018) ao aplicarem 1.538 questionários na Austrália. Como todos os estudos citados aqui referem-se ao Norte Global, propõe-se a realização de mais pesquisas que abordem a relação com a natureza em países do Sul Global e que, assim, investiguem possíveis distinções entre grupos.

Dean et al. (2018) apontaram diferenças na relação com a natureza entre gêneros e idades. Em sua pesquisa, mulheres tiveram média de 3,52, enquanto homens 3,43; e pessoas com 45 anos ou mais fizeram 3,64 pontos, enquanto pessoas com menos de 45 anos fizeram 3,38. Essas diferenças também ocorreram aqui. O índice considerando apenas as mulheres foi de 4,53 e para os homens 4,40; enquanto

para pessoas com 45 anos ou mais foi 4,57 e para pessoas com menos de 45 anos 4,42. Parece existir uma tendência de que mulheres e pessoas com 45 anos ou mais sentem-se mais próximas da natureza. Então, sugere-se que novos estudos investiguem também essas diferenças.

A relação com a natureza também foi diferente entre atitudes perante o risco (valor-p 0,046 < valor-α 0,050). Respondentes com visão de mundo igualitária tiveram média de 4,52, superior àqueles com outras visões de mundo (4,33).

As preferências ambientais dos participantes da pesquisa são apresentadas nas FIGURAS 43 a 45. Nas três perguntas sobre preferências ambientais, a primeira foto, que representa uma APP urbana mais natural, teve o maior número de respondentes (76,94%, 60,10%, e 89,12%). Na análise da paisagem, a naturalidade representa a predominância de aspectos naturais em relação a aspectos antrópicos e quanto maior a naturalidade, melhor é considerada a qualidade da paisagem (MARTINI et al., 2014; VAN DEN BERG et al., 2014; POLAT; AKAI, 2015; GUNGOR; POLAT, 2018; OLIVEIRA et al., 2018), o que foi percebido pela maioria dos participantes do questionário.

Apenas na segunda pergunta houve um número considerável de pessoas que preferiu a segunda foto (37,05%), provavelmente devido a intervisibilidade, somada à naturalidade, pois mesmo que o lago que aparece na foto tenha sido construído, ele é percebido como um elemento não-antrópico. A intervisibilidade representa o grau de visibilidade da paisagem e quanto mais ampla a vista, melhor é considerada a qualidade da paisagem (BIONDI; LEAL, 2002; GONZAGA et al., 2004).

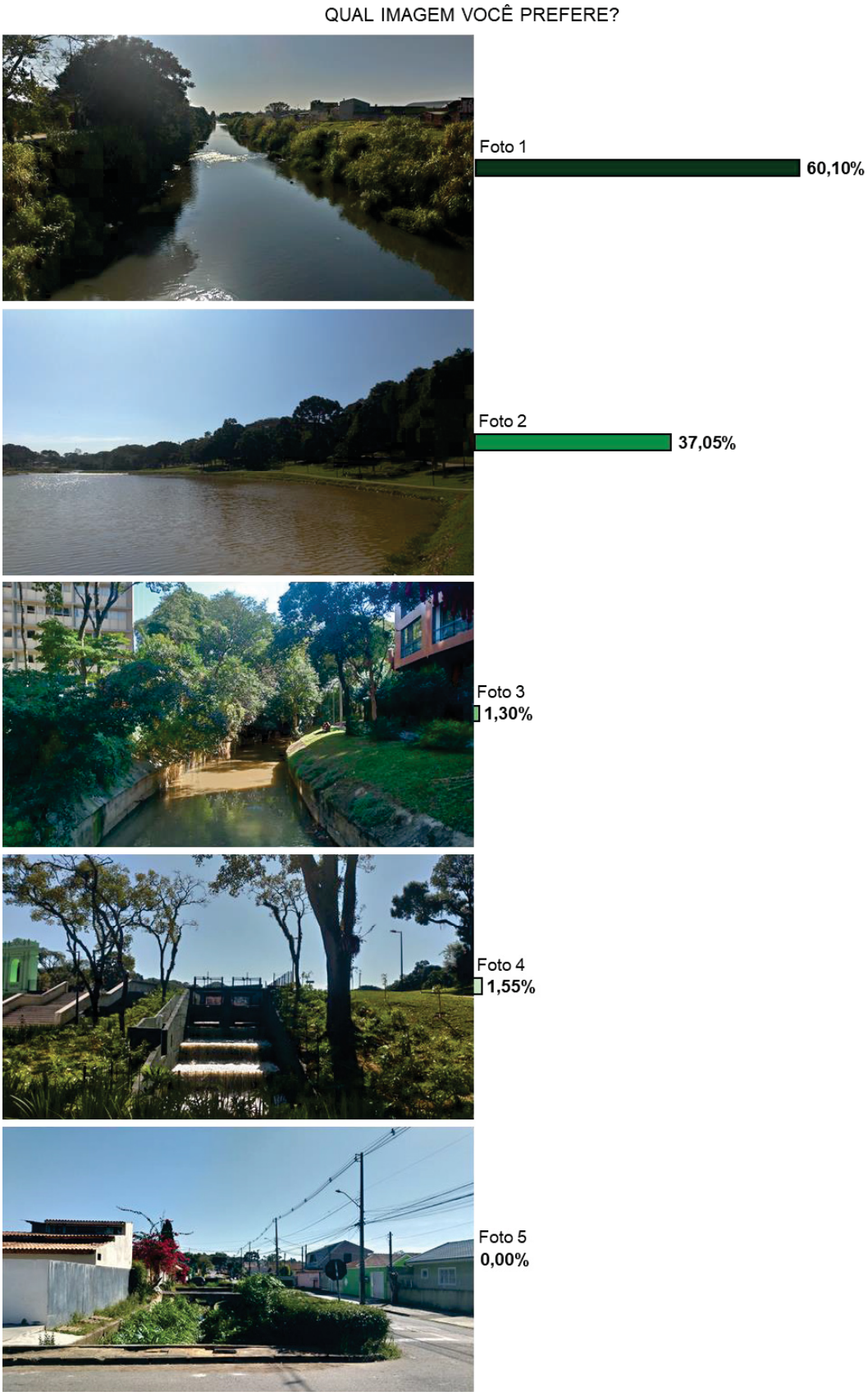
Foram encontradas diferenças nas preferências ambientais da primeira pergunta de acordo com a escolaridade (valor-p 0,015 < valor-α 0,050). Escolaridade é muitas vezes considerada como um dos fatores que mais influenciam preferências pessoais (CHEN et al., 2018). Os respondentes com ensino médio tiveram as seguintes preferências: foto 1 – 61,54%, foto 2 – 15,38%, foto 3 – 19,23%, e foto 4 – 4,35%; com ensino superior: foto 1 – 71,03%, foto 2 – 17,76%, foto 3 – 10,28%, e foto 4 – 0,93%; e com pós-graduação: foto 1 – 81,03%, foto 2 – 10,67%, foto 3 – 8,30%, e foto 4 – 0,00%. Nenhuma pessoa preferiu a foto 5, independentemente do grau de escolaridade. Essas diferenças indicam que quanto maior a escolaridade, maior foi a preferência pela naturalidade, o que pode ter ocorrido devido a possível maior participação de pós-graduados específicos da área de meio ambiente citada anteriormente e, consequentemente, ao maior conhecimento sobre APPs.

FIGURA 43 – PREFERÊNCIAS AMBIENTAIS DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA (PRIMEIRA PERGUNTA)



FONTE: A autora (2022).

FIGURA 44 – PREFERÊNCIAS AMBIENTAIS DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA (SEGUNDA PERGUNTA)



FONTE: A autora (2022).

FIGURA 45 – PREFERÊNCIAS AMBIENTAIS DOS 386 RESPONDENTES HABITANTES DA MATA ATLÂNTICA (TERCEIRA PERGUNTA)



FONTE: A autora (2022).

Chen et al. (2018) também encontraram maior preferência pela floresta urbana em áreas ripárias de um reservatório urbano em um município chinês, ao aplicar um questionário com fotos em 1.003 habitantes da cidade. Neste estudo, houveram diferenças nas respostas de acordo com o grau de escolaridade, onde quanto maior a escolaridade também maior a predileção por elementos mais naturais na paisagem, mesmo sem essa escolaridade ser relacionada à área ambiental necessariamente. Os autores apontaram que respondentes de baixa escolaridade preferiram mais elementos antrópicos devido a sua familiaridade, enquanto os de alta escolaridade preferiram mais elementos naturais atraídos pela diversidade e estética.

Hu et al. (2019), por sua vez, aplicaram um questionário com fotos de paisagens do entorno de rios urbanos em 409 pessoas em Harbin, na China, e encontraram que os participantes preferiram um equilíbrio entre a naturalidade e o manejo antrópico da vegetação ripária. Hwang et al. (2019) não encontraram diferenças significativas na preferência por diversos graus de naturalidade em quatro contextos urbanos (parques, arborização de ruas, conjuntos habitacionais públicos, e telhados verdes) ao aplicarem um questionário com fotos em 663 habitantes de Singapura. Entretanto, houveram diferenças quando considerados 48 especialistas em meio ambiente, que preferiram a condição mais natural em todos os contextos.

Isso indica que maior escolaridade, mas também maior conhecimento sobre questões ambientais, geram em consequência maior predileção pela naturalidade. Portanto, destaca-se a importância da educação (em especial, a ambiental) e do desenvolvimento de maior proximidade com a natureza para que a população no geral não só entenda os serviços ecossistêmicos gerados pela vegetação nativa em APP, mas prefira a sua conservação e recuperação inclusive nas cidades, e assim cobre do poder público.

Esta pesquisa buscou analisar as experiências e a percepção da população da Mata Atlântica sobre inundações, e seus conhecimentos e preferências sobre a contribuição da natureza para diminuir a vulnerabilidade das pessoas a inundações. Com isso, pretendeu-se investigar se as pessoas percebem a conservação e a recuperação da vegetação ripária como uma solução contra inundações nas cidades. Os resultados encontrados indicam que sim, uma vez que a maioria prefere APPs urbanas em condições mais naturais e apontaram entre seus principais benefícios a preservação de recursos hídricos e a redução do risco de desastres.

5 CONCLUSÕES

O grupo dos municípios com população acima de 100.000 habitantes da Mata Atlântica, considerados cidades grandes, foi diferente do grupo de todos os municípios do bioma em 65% das variáveis estudadas como parâmetros de urbanização, socioeconômicos, ambientais (inclusive de APP), e de vulnerabilidade a inundações. Então, provou-se acertada a separação desses dois grupos de dados para a condução de uma avaliação quantitativa do bioma. Em média, as cidades grandes são 10 vezes mais urbanizadas e possuem condições socioeconômicas aproximadamente 35% melhores do que todos os municípios da Mata Atlântica. Entretanto, não há diferença nos valores relativos de cobertura vegetal em APP hídrica entre os dois grupos.

A hipótese 1 (a) de que a cobertura vegetal em APP é menor em municípios mais urbanizados foi rejeitada, uma vez que a maioria das correlações calculadas entre os parâmetros de APP e de urbanização para todos os municípios foi não-importante (84,85%), e houveram correlações importantes que indicavam o contrário. Para as cidades grandes, a maioria das correlações foi importante (84,62%), sendo 30,77% fortes. Dentre elas, 81,82% foram inversas. Destacam-se aqui as correlações inversas entre a área do passivo de APP hídrica absoluta e a densidade demográfica, a população urbana relativa, e a área construída relativa. As cidades grandes têm passivo de APP médio estatisticamente igual ao do grupo com todos os municípios. Conclui-se, assim, que a conservação da vegetação ripária em APP é compatível com as cidades.

A hipótese 1 (b) de que a cobertura vegetal em APP é menor em municípios com melhores condições socioeconômicas também foi rejeitada, pois a maioria das correlações entre parâmetros de APP e socioeconômicos, para todos os municípios da Mata Atlântica, foi não importante (60,00%). Além disso, foram encontradas correlações importantes que demonstram o contrário do afirmado na hipótese. Para as cidades grandes, a maioria das correlações entre parâmetros de APP e socioeconômicos também foi não importante (58,33%). Considerando as correlações importantes positivas, destaca-se que há menor cobertura vegetal em APP nos municípios mais pobres, mais desiguais, com maiores taxas de analfabetismo, e com menores renda e IDHm. Por isso, conclui-se que a conservação da vegetação ripária em APP é compatível com o desenvolvimento socioeconômico.

Por outro lado, a hipótese 1 (c) de que a cobertura vegetal em APP é menor em municípios com menor cobertura vegetal no geral foi validada. A maioria das correlações entre parâmetros de APP e ambientais foi importante (52,94%), sendo 23,53% fortes. Dentre elas, 66,67% foram relações inversas, como entre a área do passivo de APP hídrica relativa e ambas cobertura vegetal absoluta e relativa. Considerando as cidades grandes, todas as correlações foram importantes e 60,00% foi forte. Destas, 70,00% foram relações inversas, proporção parecida ao grupo dos municípios como um todo. Destaca-se a correlação entre área de passivo de APP hídrica relativa e cobertura vegetal relativa. Então, parece haver uma tendência de que a conservação ou supressão da vegetação ocorre independente de sua localização dentro ou fora de APP nos municípios da Mata Atlântica, mesmo a APP tendo sua proteção estabelecida por lei.

A hipótese 2 (a) de que a vulnerabilidade a inundações é maior em municípios mais urbanizados não foi confirmada, devido à maioria das correlações com parâmetros de urbanização ser não importante, tanto para todos os municípios (89,06%) quanto para as cidades grandes (63,64%). O índice de vulnerabilidade a inundações, entretanto, foi duas vezes maior em cidades grandes quando comparado ao conjunto de todos os municípios da Mata Atlântica.

A hipótese 2 (b) de que a vulnerabilidade a inundações é maior em municípios com piores condições socioeconômicas também foi rejeitada porque, para todos os municípios, a maioria das correlações entre os parâmetros de inundações e socioeconômicos foi não importante (77,94%). Destaca-se apenas a correlação espacial significativa entre vulnerabilidade a inundações e pobreza relativa para a maioria dos municípios. Da mesma forma, a maioria das correlações entre os parâmetros de inundações e socioeconômicos foi não importante para cidades grandes (87,50%).

Além disso, hipótese 2 (c) também foi rejeitada, pois a maioria das correlações entre parâmetros de inundações e ambientais foi não importante para todos os municípios da Mata Atlântica (80,70%) e para o grupo das cidades grandes (65,62%). Uma correlação positiva forte foi encontrada nas cidades grandes, entre vulnerabilidade a inundações e a área do passivo de APP hídrica absoluta, indicando que as cidades grandes com maiores passivos são mais vulneráveis a inundações – o que era esperado.

Seria interessante que as relações entre inundações e urbanização, condições socioeconômicas e aspectos ambientais fossem também avaliadas considerando a bacia hidrográfica como unidade de análise, considerando adicionalmente contextos supramunicipais e ou especificidades inframunicipais.

Para o estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, o índice de concentração de chuvas indicou alta vulnerabilidade a inundações para toda a bacia. O levantamento de dados necessários ao cálculo demonstra as lacunas existentes na consistência e distribuição temporal e espacial dos dados de estações meteorológicas em Curitiba.

O Índice de Vulnerabilidade a Inundações (IVI) apontou maior vulnerabilidade próximo aos rios nas partes centro e sul da bacia. O IVI pôde ser considerado robusto por ter sido similar a outros mapas de inundações elaborados por outros métodos – como dados observacionais e modelos hidrológicos e hidráulicos. Isso é positivo pois o IVI usa dados amplamente disponíveis, de fácil obtenção, combinados por um método relativamente simples, o que deve facilitar a sua replicação em outras bacias e municípios com diferentes graus de estrutura.

O Índice de Qualidade Ambiental (IQA), por sua vez, mostrou maior qualidade ambiental nos remanescentes de vegetação nativa existentes na porção norte da bacia. Diferentemente do IVI, o IQA mostrou alta correlação entre algumas de suas variáveis, em especial entre cobertura vegetal e métricas da paisagem, indicando que apenas uma dessas variáveis já seria suficiente para determinar a qualidade ambiental da paisagem. Sendo assim, sugere-se a simplificação do índice para aplicação em estudos futuros.

A hipótese 3 de que a vulnerabilidade a inundações é maior em áreas com menor qualidade ambiental foi provada, já que apenas 0,0356 km² (0,04%) da área de estudo são comuns entre alta ou muito alta vulnerabilidade a inundações e alta ou muito alta qualidade ambiental. Assim afirma-se a necessidade de se investir na Floresta Urbana como uma Solução baseada na Natureza (FU-SbN) para reduzir o risco de inundações.

Com base nos resultados de alta e muito alta vulnerabilidade e alta ou muito alta qualidade ambiental, combinados à existência ou não de cobertura vegetal em APP delimitada conforme LPVN, foi possível apontar as áreas prioritárias para conservação e para restauração da área de estudo, o que deve servir de apoio ao planejamento urbano de Curitiba. Após décadas de investimentos em medidas

convencionais de engenharia que não geraram o resultado esperado, recomenda-se o planejamento e a implementação da FU-SbN para reduzir o risco de inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Belém, além de gerar outros benefícios adicionais à população.

Com relação à percepção da população da Mata Atlântica, conclui-se que as pessoas com o perfil estudado já foram afetadas de alguma forma por inundações, se sentem em risco ou se preocupam com elas, e as veem ocorrendo com maior frequência.

A hipótese 4 de que as pessoas percebem a conservação e a recuperação da vegetação ripária como uma solução contra inundações nas cidades foi confirmada, pois a população participante da pesquisa apontou o tipo de uso e cobertura do solo dentre as principais causas das inundações em suas cidades. A maioria já ouviu falar sobre APPs e sabe identificar sua definição correta, destacando a preservação dos recursos hídricos como sua principal função. Também citam, entre elas, a redução do risco de desastres. Ao escolherem suas preferências por meio de fotografias, a maioria apontou a opção que representa as APPs hídricas em suas formas mais naturais.

Frente ao aumento na frequência de ocorrência e na extensão dos impactos das inundações, é indispensável proteger as pessoas e seus modos de vida. A melhor forma de se alcançar isso é através dos benefícios que a natureza proporciona, usando a FU-SbN. Os resultados desta pesquisa mostram não só que isso é possível, mas essencial nas cidades, e que é isso que as pessoas preferem.

.

REFERÊNCIAS

ÁGUA, SUA LINDA. Você conhece o ciclo da água? 2019. Disponível em: https://www.facebook.com/aguasualinda/photos/1268021046700314. Acesso em: 21 mar. 2022.

AKBAR, T. A.; HASSAN, Q. K; ISHAQ, S.; BATOOL, M.; BUTT, H. J.; JABBAR, H. Investigative spatial distribution and modelling of existing and future urban land changes and its impact on urbanization and economy. **Remote Sensing**, v. 11, n. 2, 105, 2019. https://doi.org/10.3390/rs11020105

ALEX, E. C.; RAMESH, K. V.; SRIDEVI, H. Quantification and understanding the observed changes in land cover patterns in Bangalore. **International Journal of Civil Engineering and Technology**, v. 8, n. 4, p. 597-603, 2017.

ALMEIDA, L. Q.; CARVALHO, P. F. Representações, riscos e potencialidades de rios urbanos: análise de um (des)caso histórico. **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 34, p. 145-161, 2010.

ALMEIDA, R. M. Os impactos da drenagem superficial de águas pluviais na infraestrutura de trechos de vias do perímetro urbano do município de Santarém, Pará, Brasil. **Revista Geonorte**, v. 11, n. 37, p. 175-194, 2020. https://doi.org/10.21170/geonorte.2020.V.11.N.37.175.194

ALQAHTANY, A. M.; ABUBAKAR, I. R. Public perception and attitudes to disaster risk in a coastal metropolis of Saudi Arabia. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 44, 101422, 2020. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101422

ALRECK, P. L.; SETTLE, R. B. **The survey research handbook**. 3ª edição. Nova York: McGraw-Hill/Irwin, 2004. 463p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

AMORIM, A. T.; SOUSA, J. A. P.; PIROLI, E. L. O uso das métricas de ecologia da paisagem para análise dos padrões da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão da Boa Vista. **Formação (Online)**, v. 28, n. 53, p. 625-642, 2021.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água**, 2010. Disponível em: http://atlas.ana.gov.br. Acesso em: 18 jun. 2019.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**, 2014. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/2cfa808b-b370-43ef-8107-5c3bfd7acf9c/attachments/Atlas_de_Vulnerabilidade_a_Inundaes.pdf. Acesso em: 01 nov. 2019.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), 2019. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf. Acesso em: 21 jun. 2019.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Regiões Hidrográficas**, 2021. Disponível em: https://dadosabertos.ana.gov.br. Acesso em: 27 out. 2021.

ANDOH, R.Y.G.; IWUGO, K.O. Sustainable Urban Drainage Systems: A UK Perspective. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE, 9., 2002, Portland. **Proceedings**… Portland: ASCE, 2002. p. 8-13. https://doi.org/10.1061/40644(2002)19

ANDRADE, C. The limitations of online surveys. **Indian Journal of Psychological Medicine**, v. 42, n. 6, p. 575-576, 2020. https://doi.org/10.1177/0253717620957496

ANGUELOVSKI, I.; SHI, L.; CHU, E.; GALLAGHER, D.; GOH, K.; LAMB, Z.; REEVE, Z.; TEICHER, H. Equity impacts of urban land use planning for climate adaptation: Critical perspectives from the Global North and South. **Journal of Planning Education and Research**, v. 36, n. 3, p. 333-348, 2016. https://doi.org/10.1177/0739456X16645166

ANSELIN, L. Local indicators of Spatial Association - LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995. https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x

ANSELIN, L.; REY, S. J. **Modern spatial econometrics in practice**: A guide to GeoDa, GeoDaSpace and PySAL. Chicago: GeoDa Press LLC, 2014. 394 p.

ANSELIN, L. A Local Indicator of Multivariate Spatial Association, Extending Geary's *c*. ***Geographical Analysis***, v. 51, n. 2, p. 133-50, 2019. https://doi.org/10.1111/gean.12164

ANZALDUA, G.; GERNER, N. V.; LAGO, M.; ABHOLD, K.; HINZMANN, M.; BEYER, S.; WINKING, C.; RIEGELS, N.; JENSEN, J. K.; TERMES, M.; AMOROS, J.; WENCKI, K.; STREHL, C.; UGARELLI, R.; HASENHEIT, M.; NAFO, I.; HERNANDEZ, M.; VILANOVA, E.; DAMMAN, S.; BROUWER, S.; ROUILLARD, J.; SCHWESIG, D.; BIRK, S. Getting into the water with the Ecosystem Services Approach: The DESSIN ESS evaluation framework. **Ecosystem Services**, v. 30, parte B, p. 318-326, 2018. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.12.004

ARANTES, B. L.; CASTRO, N. R.; GILIO, L.; POLIZEL, J. L.; SILVA FILHO, D. F. Urban forest and per capita income in the mega-city of Sao Paulo, Brazil: A spatial pattern analysis. **Cities**, v. 111, 103099, 2021. https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103099

ARIAS, P.A.; BELLOUIN, N.; COPPOLA, E.; JONES, R. G.; KRINNER, G.; MAROTZKE, J.; NAIK, V.; PALMER, M.D.; PLATTNER, G.-K.; ROGELJ, J.; ROJAS, M.; SILLMANN, J.; STORELVMO, T.; THORNE, P. W.; TREWIN, B.; ACHUTA RAO, K.; ADHIKARY, B.; ALLAN, R. P.; ARMOUR, K.; BALA, G.; BARIMALALA, R.; BERGER, S.; CANADELL, J.G.; CASSOU, C.; CHERCHI, A.; COLLINS, W.; COLLINS, W. D.; CONNORS, S. L.; CORTI, S.; CRUZ, F.; DENTENER, F. J.; DERECZYNSKI, C.; DI LUCA, A.; DIONGUE NIANG, A.; DOBLAS-REYES, F. J.;

DOSIO, A.; DOUVILLE, H.; ENGELBRECHT, F.; EYRING, V.; FISCHER, E.; FORSTER, P.; FOX-KEMPER, B.; FUGLESTVEDT, J. S.; FYFE, J. C.; GILLETT, N. P.; GOLDFARB, L.; GORODETSKAYA, I.; GUTIERREZ, J. M.; HAMDI, R.; HAWKINS, E.; HEWITT, H. T.; HOPE, P.; ISLAM, A. S.; JONES, C.; KAUFMAN, D. S.; KOPP, R. E.; KOSAKA, Y.; KOSSIN, J.; KRAKOVSKA, S.; LEE, J. Y.; LI, J.; MAURITSEN, T.; MAYCOCK, T. K.; MEINSHAUSEN, M.; MIN, S. K.; MONTEIRO, P. M. S.; NGO-DUC, T.; OTTO, F.; PINTO, I.; PIRANI, A.; RAGHAVAN, K.; RANASINGHE, R.; RUANE, A. C.; RUIZ, L.; SALLÉE, J. B.; SAMSET, B. H.; SATHYENDRANATH, S.; SENEVIRATNE, S. I.; SÖRENSSON, A. A.; SZOPA, S.; TAKAYABU, I.; TRÉGUIER, A. M.; VAN DEN HURK, B.; VAUTARD, R.; VON SCHUCKMANN, K.; ZAEHLE, S.; ZHANG, X.; ZICKFELD, K. Technical Summary. In: MASSON-DELMOTTE, V.; ZHAI, P.; PIRANI, A.; CONNORS, S. L.; PÉAN, C.; BERGER, S.; CAUD, N.; CHEN, Y.; GOLDFARB, L.; GOMIS, M. I.; HUANG, M.; LEITZELL, K.; LONNOY, E.; MATTHEWS, J. B. R.; MAYCOCK, T. K.; WATERFIELD, T.; YELEKÇI, O.; YU, R.; ZHOU, B. (Eds.). **Climate Change 2021**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

ARMSON, D.; STRINGER, P.; ENNOS, A. R. The effect of street trees and amenity grass on urban surface water runoff in Manchester, UK. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 12, n. 3, p. 282-286, 2013. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.04.001

ARROYO-RODRIGUEZ, V.; FAHRIG, L.; TABARELLI, M.; WATLING, J. I.; TISCHENDORF, L.; BENCHIMOL, M.; CAZETTA, E.; FARIA, D.; LEAL, I. R.; MELO, F. P. L.; MORANTE-FILHO, J. C.; SANTOS, B. A.; ARASA-GISVERT, R.; ARCE-PEÑA, N.; CERVENTES-LOPEZ, M. J.; CUDNEY-VALENZUELA, S.; GALAN-ACEDO, C.; SAN-JOSE, M.; VIEIRA, I. C. G.; SLIK, J. W. F.; NOWAKOWSKI, A. J.; TSCHARNTKE, T. Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation. **Ecology Letters**, v. 23, n. 9., p. 1404-1420, 2020. https://doi.org/10.1111/ele.13535

ASPRS – SOCIEDADE AMERICANA DE FOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO; ACSM – CONGRESSO AMERICANO DE AGRIMENSURA E MAPEAMENTO; ASCE – SOCIEDADE AMERICANA DE ENGENHEIROS CIVIS. **Glossary of Mapping Sciences**. Nova York: ASCE, 1994. 573 p.

ATTANASIO, C. M.; LIMA, W. P.; GANDOLFI, S.; ZAKIA, M. J. B.; VENIZIANI JUNIO, J. C. T. Método para a identificação da zona ripária: microbacia hidrográfica do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, SP). **Scientia Forestalis**, v. 71, p. 131-140, 2006.

BACK, A. J.; SÔNEGO, M.; PEREIRA, J. R. Índices de concentração de chuvas na Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 16, n. 27, p. 57-72, 2020. http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.65466

BAE, S.; CHANG, H. Urbanization and floods in the Seoul Metropolitan area of South Korea: What old maps tell us. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 37, 101186, 2019. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101186

BAI, T.; MAYER, A. L.; SHUSTER, W. D.; TIAN, G. The hydrologic role of urban green space in mitigating flooding (Luohe, China). **Sustainability**, v. 10, n. 10, 3584, 2018. https://doi.org/10.3390/su10103584

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de perdas e danos**: Inundações e deslizamentos na região serrana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Banco Mundial, 2012. 63 p.

BANCO MUNDIAL. Brasil. Disponível em: https://data.worldbank.org/country/brazil. Acesso em: 18 dez. 2020.

BARBOSA, E. R. Q.; SOMEKH, N.; MEULDER, B. The river, the railway and the highway: infrastructure and environment in the occupation of the Tietê floodplain in São Paulo. **Cadernos Metrópole**, v. 22, n. 48, p. 527-553, 2020. https://doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4809

BARCELLOS, D. S.; SCHIMALESKI, A. P. C.; PEREIRA, A. P. Governance contributions for the revitalization of urban hydrographic basins: Challenges and Perspectives for the Belém River Basin, Curitiba/PR. In: LEAL FILHO, W.; TORTATO, U.; FRANKENBERGER, F. (Eds.). **Universities and Sustainable Communities**: Meeting the Goals of the Agenda 2030. World Sustainability Series. Nova York: Springer, 2020. p. 479-491. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30306-8_29

BARGER, N. N.; GARDNER, T. A.; SANKARAN, M.; BELNAP, J.; BROADHURST, L.; BROCHIER, V.; ISBELL, F.; MEYFROIDT, P.; MOREIRA, F.; NIEMINEN, T. M.; OKURO, T.; RODRGIUES, R. R.; SAXENA, V.; ROSS, M. Direct and indirect drivers of land degradation and restoration. In: MONTANARELLA, L.; SCHOLES, R.; BRAINICH, A. (Eds.). **The IPBES assessment report on land degradation and restoration**. Bonn: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2018. pp. 137-218.

BARÓ, F.; HAASE, D.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; FRANTZESKAKI, N. Mismatches between ecosystem services supply and demand in urban areas: A quantitative assessment in five European cities. **Ecological Indicators**, v. 55, p. 146-158, 2015. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.03.013

BARRETO, M. P. A Mata Atlântica e o ensino de história: Da pré-história ao período colonial brasileiro. **Movimento – Revista de Educação**, v. 4, n. 6, p. 272-305, 2017. https://doi.org/10.22409/mov.v0i6.342

BATHRELLOS, G. D.; KARYMBALIS, E.; SKILODIMOU, H. D.; GAKI-PAPANASTASSIOU, K.; BALTAS, E. A. Urban flood hazard assessment in the basin of Athens Metropolitan city, Greece. **Environmental Earth Sciences**, v. 75, 319, 2016. https://doi.org/10.1007/s12665-015-5157-1

BEDNAREK, A. T.; WYBORN, C.; CVITANOVIC, C.; MEYER, R.; COLVIN, R. M.; ADDISON, P. F. E.; CLOSE, S. L.; CURRAN, K.; FAROOQUE, M.; GOLDMAN, E.; HART, D.; MANNIX, H.; MCGREAVY, B.; PARRIS, A.; POSNER, S.; ROBINSON, C.; RYAN, M.; LEITH, P. Boundary spanning at the science-policy interface: the practitioners' perspectives. **Sustainability Science**, v. 13, p. 1175-1183, 2018. https://doi.org/10.1007/s11625-018-0550-9

BENHAMROUCHE, A.; BOUCHERF, D.; HAMADACHE, R.; BENDAHMANE, L.; MARTIN-VIDE, J.; TEIXEIRA NERY, J. Spatial distribution of the daily precipitation concentration index in Algeria. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 15, n. 3, p. 617-625, 2015. https://doi.org/10.5194/nhess-15-617-2015

BESKOW, S.; NUNES, G. S.; MELLO, C. R.; CALDEIRA, T. L.; NORTON, L. D.; STEINMETZ, A. A.; VARGAS, M. M.; ÁVILA, L. F. Geomorphology-based unit hydrograph models for flood risk management: case study in Brazilian watersheds with contrasting physiographic characteristics. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 1873-1890, 2018. https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170430

BEUTE, F.; ANDREUCCI, M. B.; LAMMEL, A.; DAVIES, Z.; GLANVILLE, J.; KEUNE, H.; MARSELLE, M.; O'BRIEN, L.; OLSZEWSKA-GUIZZO, A.; REMMEN, R.; RUSSO, A.; DE VRIES, S. Types and characteristics of urban and peri-urban green spaces having an impact on human mental health and wellbeing. Disponível em: https://eklipse.eu/wp-content/uploads/website_db/Calls/CfReview/CfR_Health_green_2020.pdf. Acesso em: 30 ago. 2021.

BEVEN, K. J.; KIRKBY, M. J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. **Hydrological Sciences Bulletin**, v. 24, n. 1, p. 43-69, 1979. https://doi.org/10.1080/02626667909491834

BIONDI, D.; LEAL, L. Caracterização das plantas produzidas no Horto Municipal da Barreirinha – Curitiba/PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 2, p. 20-36, 2008.

BIONDI, D. Floresta urbana: Conceitos e terminologias. In: BIONDI, D. (Ed.). **Floresta urbana**. Curitiba: Edição da Autora. 2015. p. 11-27.

BIRKHOLZ, S.; MURO, M.; JEFFREY, P.; SMITH, H. M. Rethinking the relationship between flood risk perception and flood management. **Science of The Total Environment**, v. 478, p. 12-20, 2014. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.01.061

BONELL, M. Runoff generation in tropical forests. In: BONELL, M.; BRUIJNZEEL, L. A. (Eds.). **Forests, Water and People in the Humid Tropics:** Past, present and future hydrological research for integrated land and water management. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 314-406. https://doi.org/10.1017/CBO9780511535666

BRANCALION, P. H. S.; NIAMIR, A.; BROADBENT, E.; CROUZEILLES, R.; BARROS, F. S. M.; ZAMBRANO, A. M. A.; BACCINI, A.; ARONSON, J.; GOETZ, S.; REID, J. L.; STRASSBURG, B. B. N.; WILSON, S.; CHAZDON, R. L. Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. **Science Advances**, v. 5., n. 7, eaav3223, 2019. https://doi.org/10.1126/sciadv.aav3223

BRASIL. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Approva o código florestal que com este baixa. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1934. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1965. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1981. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, de 05 de outubro de 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1988. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1997. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2000. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm

BRASIL. Lei n° 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2001. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2006. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm

BRASIL. Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2008. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2012a. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2012b. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm

BRASIL. Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; altera as Leis n os 8.629, de 25 de fevereiro de 1993 , 13.001, de 20 de junho de 2014 , 11.952, de 25 de junho de 2009, 13.340, de 28 de setembro de 2016, 8.666, de 21 de junho de 1993, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 12.512, de 14 de outubro de 2011 , 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil), 13.105, de 16 de março de 2015 (Código de Processo Civil), 11.977, de 7 de julho de 2009, 9.514, de 20 de novembro de 1997, 11.124, de 16 de junho de 2005, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 10.257, de 10 de julho de 2001, 12.651, de 25 de maio de 2012, 13.240, de 30 de dezembro de 2015, 9.636, de 15 de maio de 1998, 8.036, de 11 de maio de 1990, 13.139, de 26 de junho de 2015, 11.483, de 31 de maio de 2007, e a 12.712, de 30 de agosto de 2012, a Medida Provisória nº 2.220, de 4 de setembro de 2001, e os Decretos-Leis n º 2.398, de 21 de dezembro de 1987, 1.876, de 15 de julho de 1981, 9.760, de 5 de setembro de 1946, e 3.365, de 21 de junho de 1941; revoga dispositivos da Lei Complementar nº 76, de 6 de julho de 1993, e da Lei nº 13.347, de 10 de outubro de 2016; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2017. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13465.htm

BRASIL. Decreto n° 10.455, de 11 de agosto de 2020. Aprova a estrutura regimental e o quadro demonstrativo dos cargos em comissão e das funções de confiança do Ministério do Meio Ambiente e remaneja e transforma cargos em comissão e funções de confiança. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2020. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10455.htm

BRASIL. Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021. Altera as Leis n os 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2021. https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.285-de-29-de-dezembro-de-2021-370917982

BRESSIANI, J. X.; SCHMIDT, M. A. R.; PEREIRA, C. E. Identificação de áreas urbanas inundáveis pela avaliação de áreas variáveis de afluência. **Anuário do Instituto de Geociências UFRJ**, v. 41, n. 2, p. 677-684, 2018. https://doi.org/10.11137/2018_2_677_684

BREVIK, E. C.; WEINDORK, D. C.; STILES, C. **Pedology**. Oxford: Oxford Bibliographies Online, 2020. https://doi.org/10.1093/OBO/9780199363445-0017

BRITO, M. M.; EVERS, M. Multi-criteria decision-making for flood risk management: a survey of the current state of the art. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 16, n. 4, p. 1019-1033, 2016. https://doi.org/10.5194/nhess-16-1019-2016

BURGHARDT, W. Soil sealing and soil properties related to sealing. **Geological Society London Special Publications**, v. 266, n. 1, p. 117-124, 2006. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2006.266.01.09

BURNS, W. J.; SLOVIC, P. Risk perception and behaviors: Anticipating and responding to crises. **Risk Analysis**, v. 32, n. 4, p. 579-582, 2012. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01791.x

BUSCH, J.; FERRETTI-GALLON, K.; ENGELMANN, J.; WRIGHT, M.; AUSTIN, K.G.; STOLLE, F.; TURUBANOVA, S.; POTAPOV, P.V.; MARGONO, B.; HANSEN, M.C.; BACCINI, A. Reductions in emissions from deforestation from Indonesia's moratorium on new oil palm, timber, and logging concessions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 112, n. 5, p. 1328-1333, 2015. https://doi.org/10.1073/pnas.1412514112

CAMARINHA, P. I. M. Vulnerabilidade aos desastres naturais decorrentes de deslizamentos de terra em cenários de mudanças climáticas na porção paulista da Serra do Mar. 2016. 252 f. Tese (Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2016. Disponível em: http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/06.19.03.49/doc/publicacao.pdf. Acesso em: 22 ago. 2019.

CAPOANE, V.; COSTA, L. F. F.; KUPLICH, T. M. Efeito da resolução de modelos digitais de elevação na derivação do índice topográfico de umidade: Estudo de caso no município de Palmitinho-RS. **Geografia em questão**, v. 10, n. 2, p. 9-23, 2017. https://doi.org/10.48075/geoq.v10i2.15134

CARTER, J. G.; HANDLEY, J.; BUTLIN, T.; GILL, S. Adapting cities to climate change – exploring the flood risk management role of green infrastructure landscapes. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 61, n. 9, p. 1535-1552, 2018. https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1355777

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p. http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro_Mapeamento_Enconstas_Margens.pdf

CARVALHO, J. W. L. T. Configuração urbana e balanço hídrico com aplicação do modelo Aquacycle na Bacia Hidrográfica do Rio Belém – Curitiba/PR. 2016. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/45836. Acesso em: 08 abr. 2020.

CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil, estudos de riscos e medicina de desastres**. 5ª edição. Brasília: SEDEC, 2017. 191 p.

CASTRO, E. A.; POSSE, Z. C. S. **Os 75 anos do Matadouro Municipal do Guabirotuba**: Arquitetura, urbanização e higienismo. Curitiba: Edição do autor, 2015. Disponível em: https://www.memoriaurbana.com.br/matadouro-municipal-guabirotuba/livro/. Acesso em: 14 abr. 2020.

CEMADEN – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALETAS DE DESASTRES NATURAIS. Mapa interativo da rede observacional para monitoramento de risco de desastres naturais do CEMADEN. Disponível em: http://www.cemaden.gov.br/mapainterativo/#. Acesso em: 01 fev. 2021.

CHAN, F. K. S., GRIFFITHS, J. A., HIGGITT, D., XU, S., ZHU, F., TANG, Y. T., XU, Y.; THORNE, C. R. “Sponge City” in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context. **Land Use Policy**, v. 76, p. 772-778, 2018. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.03.005

CHANDIO, I. A.; MATORI, A. N.; LAWAL, D. U.; SABRI, S. GIS-based land suitability analysis using AHP for public parks planning in Larkana City. **Modern Applied Science**, v. 5, n. 4, p. 117-189, 2011. https://doi.org/10.5539/mas.v5n4p177

CHANDIO, I. A.; MATORI, A. N. B.; YUSOF, K. B. W.; TALPUR, M. A. H.; BALOGUN, A. L.; LAWAL, D. U. GIS-based analytic hierarchy process as a multicriteria decision analysis instrument: A review. Arabian Journal of Geosciences, v. 6, n. 8, p. 3059–3066, 2013. https://doi.org/10.1007/s12517-012-0568-8

CHAPI, K.; SINGH, V. P.; SHIRZADI, A.; SHAHABI, H.; BUI, D. T.; PHAM, B. T.; KHOSRAVI, K. A novel hybrid artificial intelligence approach for flood susceptibility assessment. **Environmental Modelling & Software**, v. 95, p. 229-245, 2017. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.012

CHATENOUX, B.; PEDUZZI, P. Impacts from the 2004 Indian Ocean Tsunami: Analysing the potential protecting role of environmental features. **Natural Hazards**, v. 40, p. 289-304, 2007. https://doi.org/10.1007/s11069-006-0015-9

CHEN, C.; WANG, Y.; JIA, J. Public perceptions of ecosystem services and preferences for design scenarios of the flooded bank along the Three Gorges Reservoir: Implications for sustainable management of novel ecosystems. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 34, p. 196-204, 2018. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.06.009

CHEN, S.; XU, H. From fighting against death to commemorating the dead at Tangshan Earthquake heritage sites. **Journal of Tourism and Cultural Change**, v. 16, n. 5, p. 552-573, 2018. https://doi.org/10.1080/14766825.2017.1359281

CHESHMIDARI, M. N.; HATEFI, A. H. A.; ALIPOR, H.; SHOJAEI, S. Applying Delphi method in prioritizing intensity of flooding in Ivar watershed in Iran. **Spatial Information Research**, v. 25, n. 2, p. 173-179, 2017. https://doi.org/10.1007/s41324-017-0086-6

CHIA, B.; WANG, Y.; CHEN, Y. Flood resilience of urban river restoration projects: case studies in Hong Kong. **Journal of Management in Engineering**, v. 36, n. 5, 05020009, 2020. https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000809

CHO, M. R. The politics of urban nature restoration: The case of Cheonggyecheon restoration in Seoul, Korea. **International Development Planning Review**, v. 32, n. 2, p. 145-165, 2010. https://doi.org/10.3828/idpr.2010.05

CHO, S. Y.; CHANG, H. Recent research approaches to urban flood vulnerability, 2006-2016. **Natural Hazards**, v. 88, n. 1, p. 633-649, 2017. https://doi.org/10.1007/s11069-017-2869-4

CHOU, S. C.; LYRA, A.; MOURÃO, C.; DERECZYNSKI, C.; PILOTTO, I.; GOMES, J.; BUSTAMANTE, J.; TAVARES, P.; SILVA, A.; RODRIGUES, D.; CAMPOS, D.; CHAGAS, D.; SUEIRO, G.; SIQUEIRA, G.; MARENGO, J. Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 downscaling scenarios. **American Journal of Climate Change**, v. 3, n. 5, p. 512-527, 2014. https://doi.org/10.4236/ajcc.2014.35043

CI – CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL. The World's 10 Most Threatened Forest Hotspots. 2011. Disponível em: http://www.conservation.org/NewsRoom/pressreleases/Pages/The-Worlds-10-Most-Threatened-Forest-Hotspots. Acesso em: 23 mar. 2018.

CI – CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL. Hotspots: Targeted investment in nature's most important places. Disponível em: http://www.conservation.org/How/Pages/Hotspots. Acesso em: 14 fev. 2022.

CLIFF, A. D.; ORD, J. K. **Spatial processes** – models and applications. London: Pion, 1981. 266 p.

CNPQ – CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. Tabela de áreas do conhecimento. Disponível em: http://lattes.cnpq.br/documents/11871/24930/TabeladeAreasdoConhecimento.pdf/d192ff6b-3e0a-4074-a74d-c280521bd5f7. Acesso em: 11 fev. 2020.

CNRH – CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional, em regiões hidrográficas, nos termos dos Anexos I e II desta Resolução, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: https://cnrh.mdr.gov.br/divisao-hidrografica-nacional/74-resolucao-n-32-de-15-de-outubro-de-2003. Acesso em: 28 fev. 2018.

COE, M. T.; LATRUBESSE, E. M.; FERREIRA, M. E.; AMSLER, M. L. The effects of deforestation and climate variability on the streamflow of the Araguaia River, Brazil. **Biogeochemistry**, v. 105, p. 119-131, 2011. https://doi.org/10.1007/s10533-011-9582-2

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. **Nature-based Solutions to address global societal challenges**. Gland: IUCN, 2016. 114p. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en

COHEN-SHACHAM, E.; ANDRADE, A.; DALTON, J.; DUDLEY, N.; JONES, M.; KUMAR, C.; MAGINNIS, S.; MAYNARD, S.; NELSON, C. R.; RENAUD, F. G.; WELLING, R.; WALTERS, G. Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. **Environmental Science & Policy**, v. 98, p. 20-29, 2019. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.014

COLLINS, M.; KNUTTI, R.; ARBLASTER, J.; DUFRESNE, J.-L.; FICHEFET, T.; FRIEDLINGSTEIN, P.; GAO, X.; GUTOWSKI, W. J.; JOHNS, T.; KRINNER, G.; SHONGWE, M.; TEBALDI, C.; WEAVER, A. J.; WEHNER, M. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: STOCKER, T. F.; QIN, D.; PLATTNER, G. K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S. K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P. M. (Eds.) **Climate Change 2013**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 1029-1136.

CORNWALL, W. Europe's deadly floods leave scientists stunned. Disponível em: https://www.sciencemag.org/news/2021/07/europe-s-deadly-floods-leave-scientists-stunned. Acesso em: 22 jul. 2021.

COURTNEY, C. **The nature of disaster in China**: The 1931 Yangzi River flood. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. 297 p. https://doi.org/10.1017/9781108278362

COUTINHO, L. M. **Biomas brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 128 p.

CREA-RJ – CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Tragédia na Região Serrana do Rio de Janeiro após decorridos 6 meses**. Relatório nº 9/2011. Rio de Janeiro: CREA-RJ, 2011.

CRED – CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS. Emergency Events Database (EM-DAT). Disponível em: https://www.emdat.be/. Acesso em: 01 set. 2020.

CROKE, J.; THOMPSON, C.; FRYIRS, K. Prioritising the placement of riparian vegetation to reduce flood risk and end-of-catchment sediment yields: important considerations in hydrologically-variable regions. **Journal of Environmental Management**, v. 190. p. 9-19, 2017. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.046

CROUX, C.; DEHON, C. Influence functions of the Spearman and Kendall correlation measures. **Statistical Methods & Applications**, v. 19, p. 497-515, 2010. https://doi.org/10.1007/s10260-010-0142-z

CURITIBA. Decreto nº 427, de 20 de outubro de 1983. Define critérios para denominação de áreas públicas ajardinadas. **Diário Oficial do Município – Prefeitura Municipal de Curitiba**, Curitiba, 1983.

CURITIBA. Decreto nº 471, de 27 de outubro de 1988. Dispõe sobre os Parques Municipais e dá outras providências. **Diário Oficial do Município – Prefeitura Municipal de Curitiba**, Curitiba, 1988.

CURITIBA. Lei nº 9.806, de 03 de janeiro de 2000. Institui o código florestal do município de Curitiba, revoga as leis nº 8353/93 e 8436/94, e dá outras providências. **Diário Oficial do Município – Prefeitura Municipal de Curitiba**, Curitiba, 2000a.

CURITIBA. Lei nº 9.800, de 03 de janeiro de 2000. Dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo no município de Curitiba, revoga as leis nº 4199/72, 5234/75, 5263/75, 5490/76, 6204/81, 6769/85, 7068/87 e 7622/91, e dá outras providências. **Diário Oficial do Município – Prefeitura Municipal de Curitiba**, Curitiba, 2000b.

CURITIBA. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Curitiba – PR (PMMA)**. Curitiba, 2012. 198 p. Disponível em: http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2012/00125055.pdf. Acesso em: 05 mar. 2018.

CURITIBA. **Plano Municipal de Saneamento de Curitiba (PMS)**. Volume IV: Rios, drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Curitiba, 2013. 106 p. Disponível em: https://mid.curitiba.pr.gov.br/2013/00142057.pdf. Acesso em: 16 mai. 2019.

CURITIBA. Lei nº 14.587, de 19 de janeiro de 2015. Reestrutura o programa das Reservas Particulares do Patrimônio Natural Municipal – RPPNM no município de Curitiba, revoga as leis nº 12.080, de 19 de dezembro de 2006 e lei nº 13.899, de 9 de dezembro de 2011. **Diário Oficial do Município – Prefeitura Municipal de Curitiba**, Curitiba, 2015a.

CURITIBA. Lei nº 14.771, de 17 de dezembro de 2015. Dispões sobre a revisão do Plano Diretor de Curitiba de acordo com o disposto no art. 40, § 3º, do estatuto da cidade, para orientação e controle do desenvolvimento integrado do município. **Diário Oficial do Município – Prefeitura Municipal de Curitiba**, Curitiba, 2015b.

CURITIBA. **Plano Diretor de Drenagem Urbana de Curitiba (PDD)**. Volumes II – Volume Técnico, e V – Volume Complementar. Curitiba, 2017. Disponíveis em: https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/plano-municipal-de-saneamento-basico/2958. Acesso em: 16 mai. 2019.

CURITIBA. Lei nº 15.511, de 10 de outubro de 2019. Dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo no Município de Curitiba e dá outras providências. **Diário Oficial do Município – Prefeitura Municipal de Curitiba**, Curitiba, 2019.

CURITIBA. **Plano municipal de mitigação e adaptação às mudanças climáticas de Curitiba (PLANCLIMA)**. Curitiba, 2020a. 117 p. Disponível em: https://mid.curitiba.pr.gov.br/2020/00306556.pdf. Acesso em: 05 jan. 2021.

CURITIBA. Lei nº 9.804, de 03 de janeiro de 2000. Cria o Sistema de Unidades de Conservação do município de Curitiba e estabelece critérios e procedimentos para a implantação de novas Unidades de Conservação. **Diário Oficial do Município – Prefeitura Municipal de Curitiba**, Curitiba, 2020b.

DAKE, K. Orienting dispositions in the perception of risk: an analysis of contemporary worldviews and cultural biases. **Journal of Cross-Cultural Psychology**, Special Issue on Risk and Culture, v. 22, p. 61-82, 1991. https://doi.org/10.1177/0022022191221006

DAWOD, G. M., MIRZA, M. N., AL-GHAMDI, K. A. GIS-based spatial mapping of flash flood hazard in Makkah City, Saudi Arabia. **Journal of Geographic Information System**, v. 3, n. 3, p. 225-231, 2011. https://doi.org/10.4236/jgis.2011.33019

DE LUCCA, T. A. Avaliação da gestão da drenagem urbana na Bacia Hidrográfica do Rio Belém em Curitiba. 2012. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

DE ROO, A.; SCHMUCH, G.; PERDIGAO, V.; THIELEN, J. The influence of historic land use changes and future planned land use scenarios on floods in the Oder Catchment. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, v. 28, n. 33-36, p. 1291-1300, 2003. https://doi.org/10.1016/j.pce.2003.09.005

DEBELLIS, Y.; LAFORTEZZA, R.; DAVIES, C.; JIN, J.; HAASE, D.; KRONENBERG, J.; ROITSCH, D.; CHEN, W.; SCHEUER, S.; WOLFF, M.; DE VREESE, R.; KONCZAL, A.; DERKS, J.; BASNOU, C.; ZIVOJINOVIC, I.; OSTOIC, S. K.; SCHIO, N.; FRANSEN, K.; BIAZ, L.; SCHANTE, J.; MALANDRINO, C.; BERMAN, L.; TYRVAINEN, L.; SIMKIN, J.; MALISZEWSKA, K.; FU, W.; KEZEL, T. Reviewing the knowledge on the importance of UF-NBS for resilient cities. In: DE VREESE, R.; DEBELLIS, Y.; CHEN, W.; DAVIS, C.; JIN, J.; HAASE, D.; SCHEUER, S.; WOLFF, M.; KRONENBERG, J.; ROITSCH, D.; KONCZAL, A.; DERKS, J.; BASNOU, C.; ZIVOJINOVIC, I.; OISTOIC, S. K.; DA SCHIO, N.; FRANSSEN, K.; BIAZ, L; SCHANTE, J.; MALANDRINO, C.; BERMAN, L.; TYRVAINEN, L.; SIMKIN, J.; MALISZEWSKA, K.; FU, W.; DE KEZEL, T. **Review report on UF-SBN for European and Chinese resilient cities**. União Europeia: H2020 Projeto Clearing House, 2021. p. 4-133. Disponível em: https://clearinghouseproject.eu/wp-content/uploads/2021/11/D1_2_review_report_on_uf_nbs_for_european_and_chinese_resilient_cities_V1.pdf. Acesso em: 22 jan. 2020.

DEAN, W. **A Ferro e Fogo**: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. 484 p.

DEAN, J. H.; SHANAHAN, D. F.; BUSH, R.; GASTON, K. J.; LIN, B. B.; BARBER, E.; FRANCO, L.; FULLER, R. A. Is Nature Relatedness Associates with Better Mental and Physical Health**? International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 7, 1371, 2018. https://doi.org/10.3390/ijerph15071371

DÍEZ-HERRERO, A.; LAÍN-HUERTA, L.; LLORENTE-ISIDRO, M. **A handbook on flood hazard mapping methodologies**. Madrid: Spanish Geological Survey, 2009. 190 p.

DMA - Agência de Mapeamento da Defesa dos Estados Unidos. **Glossary of mapping, charting and geodetic terms**. Washington: Department of Defense, 1973. 281 p.

DOBBS, C.; NITSCHKE, C.; KENDAL, D. Assessing the drivers shaping global patterns of urban vegetation landscape structure. **Science of The Total**

Environment, v. 592, p. 171–177, 2017. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.058

DOUGLAS, M.; WILDAVSKY, A. **Risk and culture**: An essay on selection of technological and environmental dangers. Berkeley: University of California Press, 1982. 224 p.

DOURADO, F.; ARRAES, T. C.; SILVA, M. F. O megadesastre da Região Serrana do Rio de Janeiro – as causas do evento, os mecanismos dos movimentos de massa e a distribuição espacial dos investimentos de reconstrução no pós-desastre. **Anuário do Instituto de Geociências UFRJ**, v. 35, n. 2, p. 43-54, 2012. http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/5950/5458

DU, J.; CHENG, L; ZHANG, Q.; YANG, Y.; XU, W. Different flooding behaviors due to varied urbanization levels within river basis: a case study from the Xiang River Basin, China. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 10, p. 89-102, 2019. https://doi.org/10.1007/s13753-018-0195-4

DUARTE, G. T.; SANTOS, P. M.; CORNELISSEN, T. G.; RIBEIRO, M. C.; PAGLIA, A. P. The effects of landscape patterns on ecosystem services: meta-analyses of landscape services. **Landscape Ecology**, v. 33, p. 1247-1257, 2018. https://doi.org/10.1007/s10980-018-0673-5

DUFOUR, S.; ROGRÍGUEZ-GONZÁLES, P. M.; LASLIER, M. Tracing the scientific trajectory of riparian vegetation studies: Main topics, approaches and needs in a globally changing world. **Science of the Total Environment**, v. 653, p. 1168-1185, 2019. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.383

ELMQSVIST, T.; SETÄLÄ, H.; HANDEL, S. N.; VAN DER PLOEG, S.; ARONSON, J.; BLIGNAUT, J. N.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; NOWAK, D. J.; KRONENBERG, J.; DE GROOT, R. Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 14, p. 101-108, 2015. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.05.001

ENDRENY, T. A. Strategically growing the urban forest will improve our world. **Nature Communications**, v. 9, 1160, 2018. https://doi.org/10.1038/s41467-018-03622-0

ESTRELLA, M.; SALISMAA, N. Ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR): an overview. In: RENAUD, F.; SUDMEIER-RIEUX, K.; ESTRELLA, M. (Eds.). **The role of ecosystems in disaster risk reduction**. Tóquio: United Nations University Press, 2013. p. 26-54.

FAETH, S. H.; BANG, C.; SAARI, S. Urban biodiversity: Patterns and mechanisms. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1223, p. 69-81, 2011. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05925.x

FAN, C.; JOHNSTON, M.; DARLING, L.; SCOTT, L.; LIAO, F. H. Land use and socio-economic determinants of urban forest structure and diversity. **Landscape and Urban Planning**, v. 181, p. 10-21, 2019. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.09.012

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. ***A framework for land evaluation***. Soil Bulletin, nº 32. Rome: FAO, 1976. Disponível em: https://www.fao.org/3/x5310e/x5310e00.htm. Acesso em: 01 abr. 2020.

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **Guidelines on urban and peri-urban forestry**. FAO Forestry Paper n. 178. Roma: FAO, 2016. 158 p.

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura; UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **The State of the World's Forests 2020**. Forests, biodiversity and people. Rome: FAO and UNEP, 2020. 214 p. https://doi.org/10.4060/ca8642en

FARDILLA, D.; KELLY, L. T.; MOORE, J. L.; MCCARTHY, M. A. A systematic review reveals changes in where and how we have studied habitat loss and fragmentation over 20 years. **Biological Conservation**, v. 212, A, p. 130-138, 2017. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.04.031

FARIA, V. G.; MELLO, K.; PINTO, L. F. G.; BRITES, A.; TAVARES, P. A.; FERNANDES, R. B.; CHAMMA, A. L. S.; FRANSOZI, A. A.; GIUDICE, R.; ROSA, M.; SPAROVEK, G. O Código Florestal na Mata Atlântica. **Sustentabilidade em Debate**, n. 11. Piracicaba: Imaflora, Geolab, SOS Mata Atlântica, OCF, 2021. 44 p.

FARIAS, A. R.; MINGOTI, R.; VALLE, L. B.; LOVISI FILHO, E. **Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil**. Comunicado Técnico 4. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2017. 5 p. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1069928/identificacao-mapeamento-e-quantificacao-das-areas-urbanas-do-brasil. Acesso em: 17 jan. 2020.

FBDS – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Mapeamento em Alta Resolução dos Biomas Brasileiros. Disponível em: https://geo.fbds.org.br. Acesso em: 30 jan. 2020.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. **Hidrogeologia**: Conceitos e aplicações. 3ª edição. Rio de Janeiro: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2008. 812 p.

FERREIRA, M. B. P. Cobertura da terra como indicador de qualidade ambiental urbana: estudo aplicado ao município de Curitiba-PR. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/38333. Acesso em: 13 set. 2021.

FICHER, K. N.; PEREIRA, D. R.; OLIVEIRA, J. S.; ALMEIDA, A. Q.; ULIANA, E. M. Assessment of digital elevation models to obtain morphometric characteristics in relief transition region. **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 1, e2280, 2019. https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2280

FISHER, J. A.; PATENAUDE, G.; KALPANA, G.; LEWIS, K.; MEIR, P.; PINHO, P.; ROUNSEVELL, M. D. A.; WILLIAMS, M. Understanding the relationships between ecosystem services and poverty alleviation: A conceptual framework. **Ecosystem Services**, v. 7, p. 34-45, 2014. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.08.002

FLOODLIST. Floods and flooding news from around the world. Disponível em: http://floodlist.com. Acesso em: 22 mar. 2022.

FONSECA, M. Saiba por que as águas do Rio Arrudas explodiram durante as forest chuvas em BH. Estado de Minas, Belo Horizonte, 27 jan. 2020. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/01/26/interna_gerais,1117177/saiba-por-que-as-aguas-do-rio-arrudas-explodiram-durante-as-fortes-chu.shtml. Acesso em: 10 fev. 2020.

FORMAN, R. T. T. Some general principles of landscape and regional ecology. **Landscape Ecology**, v. 10, p. 133-142, 1995. https://doi.org/10.1007/BF00133027

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 620 p.

FRANK, S.; FURST, C.; KOSCHKE, L.; MARESCHIN, F. A contribution towards a transfer of the ecosystem service concept to landscape planning using landscape metrics. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 30-38, 2012. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.027

FRANK, S.; FURST, C.; KOSCHKE, L.; WITT, A.; MAKESCHIN, F. Assessment of landscape aesthetics – Validation of a landscape metrics-based assessment by visual estimation of the scenic beauty. **Ecological Indicators**, v. 32, p. 222-231, 2013. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.03.026

FREITAS, C. M.; CARVALHO, M. L.; XIMENES, E. F.; ARRAES, E. F.; GOMES, J. O. Socio-environmental vulnerability, disaster risk-reduction and resilience-building: Lessons from the earthquake in Haiti and torrential rains in the mountain range close to Rio de Janeiro in Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1577-1586, 2012. https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600021

FUNK, A.; MARTÍNEZ-LÓPEZ, J.; BORGWARDT, F.; TRAUNER, D.; BASTAD, K. J.; BALBI, S.; MAGRACH, A.; VILLA, F.; HEIN, T. Identification of conservation and restoration priority areas in the Danube River based on the multi-functionality of river-floodplain systems. **Science of the Total Environment**, v. 654, p. 763-777, 2019. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.322

GARCEZ, L. A. **Curitiba: Evolução Urbana.** Curitiba: Imprensa Universitária da Universidade Federal do Paraná, 2006. 166 p.

GARCÍA-RUIZ, J.M.; BEGUERÍA, S.; ALATORRE, L.C.; PUIGDEFÁBREGAS, J. Land cover changes and shallow landsliding in the flysch sector of the Spanish Pyrenees. **Geomorphology**, v. 124, p. 250-259, 2010. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.03.036

GENELETTI, D.; ZARDO, L. Ecosystem-based adaptation in cities: an analysis of European urban climate adaptation plans. **Land Use Policy**, v. 50, p. 38-47, 2016. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.003

GERRING, J. **Pesquisa de estudo de caso: princípios e práticas**. Petrópolis: Editora Vozes, 2019. 360 p.

GIGOVIĆ, L.; PAMUČAR, D.; BAJIĆ, Z.; DROBNJAK, S. Application of GIS-Interval Rough AHP Methodology for Flood Hazard Mapping in Urban Areas. **Water**, v. 9, n. 6, 360, 2017. https://doi.org/10.3390/w9060360

GILES, R. H.; TRANI, M. K. Key elements of landscape pattern measures. **Environmental Management**, v. 123, n. 4, p. 477-481, 1999. https://doi.org/10.1007/s002679900202

GOERL, R.F.; KOBIYAMA, M. Considerações sobre as Inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16, 2005, João Pessoa. **Anais**... Porto Alegre: ABRH, 2005.

GOES, B. C.; SOUZA, P. G.; RIBASKI, N. G. Zoneamento de fragmentos florestais prioritários para conservação em parques de Curitiba – Barigui, General Iberê de Mattos, São Lourenço, Tanguá e Tingui. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 1, n. 1, p. 2-43, 2018.

GOKCEOGLU, C.; SONMEZ, H.; NEFESLIOGLU, H. A.; DUMAN, T. Y.; CAN, T. The 17 March 2005 Kuzulu landslide (Sivas, Turkey) and landslide-susceptibility map of its near vicinity. **Engineering Geology**, v. 81, n. 1, p. 65-83, 2005. https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2005.07.011

GOMEZ-BAGGETHUN, E.; GREN, A.; BARTON, D. N.; LANGEMEYER, J.; MCPHEARSON, T.; O'FARRELL, P.; ANDERSSON, E.; HAMSTEAD, Z.; KREMER, P. Urban ecosystem services. In: ELMQVIST, T.; FRAGKIAS, M.; GOODNESS, J.; GUNERALP, B.; MARCOTULLIO, P. J.; MCDONALD, R. I.; PARNELL, S.; SCHEWENIUS, M.; SENDSTAD, M.; SETO, K. C.; WILKINSON, C. **Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services**: Challenges and Opportunities (A Global Assessment). Nova York: Springer, 2013. p. 175-251.

GONÇALVES, C. F.; OLIVEIRA, J. H. C.; SILVA, A. B.; COSTA, M. L.; CRUZ, L. S.; FERREIRA, S. A.; OLIVEIRA, C. M. Histórias de vida, cidadania e direitos: O desastre ambiental de 2011 na cidade de Teresópolis. **Revista da JOPIC** – Jornada de Pesquisa e Iniciação Científica UNIFESO, v. 1, n. 3, p. 83-92, 2018.

GRISE, M. M. Caracterização da floresta urbana de Curitiba-PR por meio de sensoriamento remoto de alta resolução espacial. 2015. 149 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/37838. Acesso em: 16 out. 2019.

GRISE, M. M.; BIONDI, D.; ARAKI, H. A paisagem da floresta urbana de Curitiba-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 11, n. 3, p. 37-55, 2016a. http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v11i3.63423

GRISE, M. M.; BIONDI, D.; ARAKI, H. A Floresta Urbana da Cidade de Curitiba, PR. **Revista Floresta**, v. 46, n. 4, p. 425-438, 2016b. https://doi.org/10.5380/rf.v46i3.42212

GUIDA-JOHNSON, B.; FAGGI, A. M.; ZULETA, G. A. Effects of urban sprawl on riparian vegetation: Is compact or dispersed urbanization better for biodiversity? **River Research and Applications**, v. 33, n. 6, p. 959-969, 2017. https://doi.org/10.1002/rra.3138

GUIDOTTI, V.; FERRAZ, S. F. B.; PINTO, L. F. G.; SPAROVEK, G.; TANIWAKI, R. H.; GARCIA, L. G.; BRANCALION, P. H. S. Changes in Brazil's Forest Code can erode the potential of riparian buffers to supply watershed services. **Land Use Policy**, v. 94, 104511, 2020. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104511

GUNGOR, S.; POLAT, A. T. Relationship between visual quality and landscape characteristics in urban parks. **Journal of Environmental Protection and Ecology**, v. 19, n. 2, p. 939-948, 2018.

HAAS, J.; BAN, Y. Urban land cover and ecosystem service changes based on Sentinel-2A MSI and Landsat TM Data. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v. 11, n. 2, p. 485-497. https://doi.org/10.1109/jstars.2017.2786468

HADDAD, N. M.; BRUDVIG, L. A.; CLOBERT, J.; DAVIES, K. F.; GONZALEZ, A.; HOLT, R. D.; LOVEJOY, T. E.; SEXTON, J. O.; AUSTIN, M. P.; COLLINS, C. D.; COOK, W. M.; DAMSCHEN, E. I.; EWERS, R. M.; FOSTER, B. L.; JENKINS, C. N.; KING, A. J.; LAURANCE, W. F.; LEVEY, D. J.; MARGULES, C. R.; MELBOURNE, B. A.; NICHOLLS, A. O.; ORROCK, J. L.; SONG, D. X.; TOWNSHEND, J. R. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. ***Science Advances***, v. 1, n. 2, e1500052, 2015. https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052

HARGIS, C. D.; BISSONETTE, J. A.; DAVID, J. L. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. **Landscape Ecology**, v. 13, p. 167-186, 1998. https://doi.org/10.1023/A:1007965018633

HASCIC, I.; MACKIE, A. **Land cover change and conversions: methodology and results for OECD and G20 countries**. OECD Green Growth Papers, nº 2018/04. Paris: OECD Publishing, 2018. 60 p.

HASHIM, H.; LATIF, Z. A.; ADNAN, N. A. Urban vegetation classification with NDVI threshold value method with very high resolution (VHR) Pleiades imagery. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. XLII-4/W16, p. 237-240, 2019. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W16-237-2019

HASUI, E.; SILVA, V. X.; CUNHA, R. G. T.; RAMOS, F. N.; RIBEIRO, M. C.; SACRAMENTO, M.; COELHO, M. T. P.; PEREIRA, D. G. S.; RIBEIRO, B. R. Additions of landscape metrics improve predictions of occurrence of species distribution models. **Journal of Forestry Research,** v. 28, p. 963-974, 2017. https://doi.org/10.1007/s11676-017-0388-5

HE, C.; LIU, Z.; TIAN, J.; MA, Q. Urban expansion dynamics and natural habitat loss in China: a multiscale landscape perspective. **Global Change Biology**, v. 20, n. 9, p. 2886-2902, 2014. https://doi.org/10.1111/gcb.12553

HENS, L.; THINH, N. A.; HANH, T. H.; CUONG, N. S.; LAN, T. D.; THANH, N. V.; LE, D. T. Sea-level rise and resilience in Vietnam and the Asia-Pacific: a synthesis. **Vietnam Journal of Earth Sciences**, v. 40, n. 2, p. 126-152, 2018. https://doi.org/10.15625/0866-7187/40/2/11107

HERMES, J.; ALBERT, C.; VON HAAREN, C. Assessing the aesthetic quality of landscapes in Germany. **Ecosystem Services**, v. 31, C, p. 296-307, 2018. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.02.015

HETRICK, S.; CHOWDHURY, R. R.; BRONDIZIO, E.; MORAN, E. Spatiotemporal patterns and socioeconomic contexts of vegetative cover in Altamira City, Brazil. **Land**, v. 2, n. 4, p. 774-796, 2013. https://doi.org/10.3390/land2040774

HODGKINS, G. A.; DUDLEY, R. W.; ARCHFIELD, S. A.; RENARD, B. Effects of climate, regulation, and urbanization on historical flood trends in the United States. **Journal of Hydrology**, v. 573, p. 697-709, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.03.102

HONDA, A.; DURIGAN, G. A restauração de ecossistemas e a produção de água. **Hoehnea**, v. 44, n. 3, p. 315-327, 2017.

HOYER, J.; DICKHAUT, W.; KRONAWITTER, L.; WEBER, B. **Water sensitive urban design: principles and inspiration for sustainable stormwater management in the city of the future**. Hamburgo: HafenCity Universität Hamburg, 2011. 115 p.

HU, S.; YUE, H.; ZHOU, Z. Preferences for urban stream landscapes: opportunities to promote unmanaged riparian vegetation. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 38, p. 114-123, 2019. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.12.001

HUANG, S.; TANG, L.; HUPY, J. P.; WANG, Y.; SHAO, G. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. **Journal of Forestry Research**, v. 32, n. 1, p. 1-6, 2021. https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1

HWANG, Y. H.; YUE, Z. E. J.; LING, S. K.; TAN, H. H. V. It's ok to be wilder: Preference for natural growth in urban green spaces in a tropical city. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 38, p. 165-176, 2019. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.12.005

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Biomas do Brasil: primeira aproximação (escala 1:5.000.000), 2004. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/biomas_5_000_000.pdf. Acesso em: 19 mar. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa da Área de Aplicação da Lei n° 11.428, de 2006. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/lei11428_mata_atlantica.pdf. Acesso em: 19 mar. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico de 2010. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/. Acesso em: 05 jan. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Base cartográfica contínua do Brasil na escala 1:250.000, 2013. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2013/informacoes_tecnicas/bc250_mapa_brasil.pdf. Acesso em: 19 mar. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Síntese de indicadores 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016a. 108 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Geociências: IBGE revê as altitudes de sete pontos culminantes. **Agência IBGE Notícias**, Rio de Janeiro, 29 fev. 2016b. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/15275-geociencias-ibge-reve-as-altitudes-de-sete-pontos-culminantes. Acesso em: 04 mar. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Malha Municipal Digital do Brasil 2018. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html. Acesso em: 31 mai. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bioma e sistema Costeiro-Marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000**. Série Relatórios Metodológicos, v. 45. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 168 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Brasil / Paraná / Curitiba. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama. Acesso em: 10 fev. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua). Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/rendimento-despesa-e-consumo/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html. Acesso em: 04 out. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico de 2022. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/. Acesso em: 15 fev. 2022.

IMRAN, M.; SUMRA, K.; MAHMOOD, S. A.; SAJJAD, S. F. Mapping flood vulnerability from socioeconomic classes and GI data: Linking socially resilient policies to geographically sustainable neighborhoods using PLS-SEM. **International**

Journal of Disaster Risk Reduction, v. 41, 101288, 2019. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101288

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais climatológicas do Brasil. Período: 1981-2010. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/normais. Acesso em: 7 abr. 2020.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de Dados Meteorológicos. Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/. Acesso em: 05 fev. 2021.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil. São José dos Campos: INPE, 2011. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php. Acesso em: 09 ago. 2019

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Projeções climáticas no Brasil. Disponível em: http://pclima.inpe.br. Acesso em: 29 jan. 2020.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Banco de Imagens da Divisão de Geração de Imagens (DGI). Disponível em: http://www.dgi.inpe.br/CDSR. Acesso em: 20 jan. 2021.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS; SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**. Período 2019-2020. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2021. 73 p.

IPBES – PLATAFORMA INTERGOVERNAMENTAL SOBRE BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS. **The IPBES assessment report on land degradation and restoration**. Bonn: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2018. 744 p.

IPCC – PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **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. Genebra: IPCC, 2014. 151 p.

IPCC – PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Summary for Policymakers. In: MASSON-DELMOTTE, V.; ZHAI, P.; PIRANI, A.; CONNORS, S. L.; PÉAN, C.; BERGER, S.; CAUD, N.; CHEN, Y.; GOLDFARB, L.; GOMIS, M. I.; HUANG, M.; LEITZELL, K.; LONNOY, E.; MATTHEWS, J. B. R.; MAYCOCK, T. K.; WATERFIELD, T.; YELEKÇI, O.; YU, R.; ZHOU, B. (Eds.). **Climate Change 2021**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge: Cambridge University Press. In Press.

IPPUC – INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Mapa das áreas inundáveis de Curitiba. Elaboração out. 2001. Disponível em: https://ippuc.org.br/visualizar.php?doc=https://admsite2013.ippuc.org.br/arquivos/documentos/D353/D353_002_BR.pdf. Acesso em: 17 jun. 2021.

IPPUC – INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Mapa das bacias hidrográficas de Curitiba. Elaboração fev. 2012. Disponível em: https://ippuc.org.br/visualizar.php?doc=https://admsite2013.ippuc.org.br/arquivos/documentos/D353/D353_009_BR.pdf. Acesso em: 05 mar. 2018.

IPPUC – INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Curitiba em dados. Disponível em: http://curitibaemdados.ippuc.org.br. Acesso em: 05 mar. 2018.

IPPUC – INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Dados geográficos: Pedologia. Arquivo shapefile de jul. 2019. Disponível após solicitação pelo e-mail: ippuc@ippuc.org.br. Acesso em: 18 jun. 2019.

IPPUC – INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. História: 1693 a 1800 – os primeiros tempos. Disponível em: https://ippuc.org.br/mostrarlinhadotempo.php?pagina=9&idioma=1&tipo=&posicao=8&titulo=1693%20a%201800&ampliar=sim. Acesso em: 06 abr. 2020a.

IPPUC – INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Dados geográficos: Meio ambiente. Disponível em: https://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm. Acesso em: 29 jan. 2020b.

JATI, M. I. H.; SUROSO; SANTOSO, P. B. Prediction of flood areas using the logistic regression method (case study of the provinces Banten, DKI Jakarta, and West Java). **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1367. 012087, 2019. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1367/1/012087

JHA, A. K.; BLOCH, R.; LAMOND, J. **Cidades e inundações**. Um guia para a gestão integrada do risco de inundação urbana para o século XXI. Washington: Banco Mundial, 2012. 53 p.

JIA, W.; ZHAO, S.; LIU, S. Vegetation growth enhancement in urban environments of the Conterminous United States. **Global Change Biology**, v. 24, n. 9, p. 4084-4094, 2018. https://doi.org/10.1111/gcb.14317

JIM, C. Y.; CHEN, W. Y. Ecosystem services and valuation of urban forests in China. **Cities**, v. 26, n. 4, p.187-194, 2009. https://doi.org/10.1016/j.cities.2009.03.003

JONKMAN, S. N.; DAWSON, R. J. Issues and Challenges in Flood Risk Management—Editorial for the Special Issue on Flood Risk Management. **Water**, v. 4, n. 4, p. 785-792, 2012. https://doi.org/10.3390/w4040785

KALANTARI, Z.; NICKMAN, A.; LYON, S. W.; OLOFSSON, B.; FOLKESON, L. A. Method for mapping flood hazard along roads. **Journal of Environmental Management**, v. 133, p. 69-77, 2014. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.032

KANANI-SADAT, Y.; ARABSHEIBANI, R.; KARIMIPOUR, F.; NASSERI, M. A new approach to flood susceptibility assessment in data-scarce and ungauged regions based on GIS-based hybrid multi criteria decision-making method. **Journal of Hydrology**, v. 572, p. 17-31, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.02.034

KAZAKIS, N.; KOUGIAS, I.; PATSIALIS, T. Assessment of flood hazard areas at a regional scale using an index-based approach and Analytical Hierarchy Process: Application in Rhodope–Evros region, Greece. **Science of The Total Environment**, v. 538, p. 555-563, 2015. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.055

KELLEHER, C.; MCPHILLIPS, L. E. Urban nuisance flooding and topographic wetness index: does excess runoff collect where we think It should in urban landscapes? In: AGU FALL MEETING, 2017. **Anais**… New Orleans: American Geophysical Union, 2017. Disponível em: https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/223852. Acesso em: 09 out. 2019.

KHOSRAVI, K.; NOHANI, E.; MAROUFINIA, E.; POURGHASEMI, H. R. A GIS-based flood susceptibility assessment and its mapping in Iran: A comparison between frequency ratio and weights-of-evidence bivariate statistical models with multi-criteria decision-making technique. **Natural Hazards**, v. 83, p. 947-987, 2016. https://doi.org/10.1007/s11069-016-2357-2

KHOSRAVI, K.; PHAM, B. T.; CHAPI, K.; SHIRZADI, A.; SHAHABI, H.; REVHAUG, I.; PRAKASH, I.; BUI, D. T. A comparative assessment of decision trees algorithms for flash flood susceptibility modeling at Haraz watershed, northern Iran. **Science of the Total Environment**, v. 627, p. 744-755, 2018. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.266

KHOSRAVI, K.; SHAHABI, H.; PHAM, B. T.; ADAMOWSKI, J.; SHIRZADI, A.; PRADHAN, B.; DOU, J.; LY, H. B.; GRÓF, G.; HO, H. L.; HONG, H.; CHAPI, K.; PRAKASH, I. A comparative assessment of flood susceptibility modeling using Multi-Criteria Decision-Making Analysis and Machine Learning Methods. **Journal of Hydrology**, v. 573, p. 311-323, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.03.073

KIM, H. W.; KIM, J-H.; LI, W.; YANG, P.; CAO, Y. Exploring the impact of green space health on runoff reduction using NDVI. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 28, p. 81-87, 2017. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.10.010

KONDO, M. C.; MUELLER, N.; LOCKE, D. H.; ROMAN, L. A.; ROJAS-RUEDA, D.; SCHINASI, L. H.; GASCON, M.; NIEUWENHUIJSEN M. J. Health impact assessment of Philadelphia's 2025 tree canopy cover goals. **Lancet Planet Health**, v. 4, e149-e57, 2020. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30058-9

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Eds.). **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebrüder Bornträger, 1936. p. 1-44.

KOWARIK, I. Urban wilderness: supply, demand, and access. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 29, p. 336-347, 2018. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.05.017

KOUSKY, C.; WALLS, M. Floodplain conservation as a flood mitigation strategy: examining costs and benefits. **Ecological Economics**, v. 104, p. 119-128, 2014. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.05.001

KOZAK, M. What is strong correlation? **Teaching Statistics**, v. 31, n. 3, p. 85-86, 2009. https://doi.org/10.1111/j.1467-9639.2009.00387.x

KRIEGLER, F.J.; MALILA, W.A.; NALEPKA, R.F.; RICHARDSON, W. Preprocessing transformations and their effect on multispectral recognition. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 6., 1969, Ann Arbor. **Anais**… Ann Arbor: University of Michigan, 1969. p. 97-132.

KUHLICKE, C. **The dark side of resilience**: Exploring the meaning of resilience in the context of institutions and power. Londres: King's College, 2011. 21 p.

LANGE, W.; CAVALCANTE, L.; DUNOW, L.; MEDEIROS, R.; PIRZER, C.; SCHELCHEN, A.; VALVERDE, Y. **HumaNatureza² = Proteção Mútua**. Percepção de riscos e adaptação à mudança climática baseada nos ecossistemas na Mata Atlântica, Brasil. Berlim: SLE, Humboldt-Universitat zu Berlin, 2014. 183 p.

LANGE, W.; SANDHOLZ, S.; VIEZZER, J.; BECHER, M.; NEHREN, U. Ecosystem-based approaches for disaster risk reduction and climate change adaptation in Rio de Janeiro state. In: NEHREN, U.; SCHLÜTER, S.; RAEDIG, C.; SATTLER, D.; HISSA, H. (Eds.). **Strategies and tools for sustainable rural Rio de Janeiro**. Berlim: Springer, 2018. p. 345-359. https://doi.org/10.1007/978-3-319-89644-1_22

LARA, M. V. R. Análise crítica de programas de revitalização de rios na bacia hidrográfica do Rio Belém, Curitiba-PR. 2014. 150 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/37088. Acesso em: 03 ago. 2020.

LAWSON, E.; THORNE, C.; AHILAN, S.; ALLEN, D.; ARTHUR, S.; EVERETT, G.; FENNER, R.; GLENIS, V.; GUAN, D.; HOANG, L.; KILSBY, C.; LAMOND, J.; MANT, J.; MASKREY, S.; MOUNT, N.; SLEIGH, A.; SMITH, L.; WRIGHT, N. Delivering and evaluating the multiple flood risk benefits in Blue-Green Cities: an interdisciplinary approach. **WIT Transactions on Ecology and The Environment**, v. 184, p. 113-124, 2014. https://doi.org/10.2495/FRIAR140101

LAWTON, E.; BRYMER, E.; CLOUGH, P.; DENOVAN, A. The relationship between the physical activity environment, nature relatedness, anxiety, and the psychological well-being benefits of regular exercisers. **Frontiers in Psychology**, v. 8, 1058, 2017. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01058

LEITE, M. H. S.; COUTO, E. G.; AMORIM, R. S. S.; COSTA, E. L.; MARASCHIN, L. Perdas de solo e nutrientes num Latossolo Vermelho-Amarelo ácrico típico, com diferentes sistemas de preparo e sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 3, p. 689-699, 2009. https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000300021

LI, P.; SHENG, M.; YANG, D.; TANG, L. Evaluating flood regulation ecosystem services under climate, vegetation and reservoir influences. **Ecological Indicators**, v. 107, 105642, 2019. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105642

LIBERTI, E.; ESTÊVEZ, L.; NUCCI, J. Mapeamento do uso da terra e da qualidade ambiental urbana da parte superior da bacia hidrográfica do rio Belém, Curitiba,

Estado do Paraná, Brasil. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, v. 16, p. 177-201, 2019. https://dx.doi.org/10.17127/got/2019.16.008

LIMA, R. E.; MIGUEZ, L. A. L.; ACORDES, F. A.; FONSECA, M. N. Proposta metodológica para mapeamento de risco de inundação no município de Curitiba (Paraná). **Revista Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 82, p. 01-12, 2021. https://doi.org/10.14393/RCG228155095

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. In: WOODSWORTH, R. S. (Ed.). **Archives of Psychology**, v. 140. Nova York: Archives of Psychology, 1932. p. 5-55.

LO, V. **Synthesis report on experiences with ecosystem-based approaches to climate change adaptation and disaster risk reduction**. Montreal: Technical Series nº 85, Secretariat of the CBD, 2016. 106 p.

LOHMANN, M. Análise dos alagamentos no município de Curitiba entre os anos de 2005 a 2010. **Ciência Geográfica**, v. 26, n. 1, 2013.

LONDE, L. R.; COUTINHO, M. P.; DI GREGÓRIO, L. T.; SANTOS, L. B. L.; SORIANO, É. Desastres relacionados à água no Brasil: Perspectivas e recomendações. **Ambiente & Sociedade**, v. 14, n. 4, p. 133-152, 2014. https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1082V1742014

LUSTIG, A.; WORNER, S. P.; PITT, J. P. W.; DOSCHER, C.; STOUFFER, D. B.; SENAY, S. D. A modeling framework for the establishment and spread of invasive species in heterogeneous environments. **Ecology and Evolution**, v. 7, n. 20, p. 8338-8348, 2017. https://doi.org/10.1002/ece3.2915

MACHADO, R. A. S.; OLIVEIRA, A. G.; LOIS-GONZÁLEZ, R. C. Urban ecological infrastructure: The importance of vegetation cover in the control of floods and landslides in Salvador / Bahia, Brazil. **Land Use Policy**, v. 89, 104180, 2019. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104180

MAGNAGO, L. F. S.; EDWARDS, D. P.; EDWARDS, F. A.; MAGRACH, A.; MARTINS, S. V.; LAURANCE, W. F. Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. **Journal of Ecology**, v. 102, n. 2, p. 475-485, 2014. https://doi.org/10.1111/1365-2745.12206

MAGRIN, G. O.; MARENGO, J. A.; BOULANGER, J. P.; BUCKERIDGE, M. S.; CASTELLANOS, E.; POVEDA, G., SCARANO, F. R.; VICUÑA, S.; ALFARO, E.; ANTHELME, F.; BARTON, J.; BECKER, N.; BERTRAND, A.; CANFALONIERI, U.; SOUZA, A. P.; DEMIGUEL, C.; FRANCOU, B.; GARREAUD, R.; LOSADA, I.; LCFIELD, M.; NOBRE, C.; LANKAO, P. R.; SALVIDA, P.; SAMANIEGO, J. L.; TRAVASSO, M.; VIGLIZZO, E.; VILLAMIZAR, A. Central and South America. In: BARROS, V. R.; FIELD, C. B.; DOKKEN, D. J.; MASTRANDREA, M. D.; MACH, K. J.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L.; ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; GIRMA, B.; KISSEL, E. S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, L. L. (Eds.). **Climate change 2014**: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge:

Cambridge University Press, 2014. p. 1499-1566. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415386

MANDER, U.; TOURNEBIZE, J. Riparian buffer zones: Functions and dimensioning. In: ELSEVIER (Ed.). **Reference Collection in Earth Systems and Environmental Sciences**. Amsterdã: Elsevier, 2015. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09304-0

MAPBIOMAS. Série anual de mapas de uso e cobertura da terra do Brasil. Disponível em: https://mapbiomas.org/. Acesso em: 15 jun. 2020.

MAPPING, B.; CHAUVENET, A. L. M.; ADAMS, V. M.; DI MARCO, M.; BEYER, H. L.; VENTER, O.; HALPERN, B. S.; POSSINGHAM H. P.; WATSON, J. E. M. Restoration priorities to achieve the global protected area target. **Conservation Letters**, v. 12, n. 4, e12646. https://doi.org/10.1111/conl.12646

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T.; YOUNG, A.; BARRETO, N. J. C.; RAMOS, A. M. Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: A review. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1472, n. 1, p. 5-20, 2020. https://doi.org/10.1111/nyas.14307

MARQUES, A. C.; MATTOS, C. R. C.; SILVEIRA, C. S. Comportamento Hidrológico da Região Serrana do Rio de Janeiro: Bacia do Rio Piabanha. **Anuário do Instituto de Geociências UFRJ**, v. 40, n. 2, p. 82-88, 2017. http://dx.doi.org/10.11137/2017_2_82_88

MARSHALL, E.; WINTLE, B. A.; SOUTHWELL, D.; KUJALA, H. What are we measuring? A review of metrics used to describe biodiversity in offsets exchanges. **Biological Conservation**, v. 241, 108250, 2020. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108250

MARTINELLI, G.; VALENTE, A. S. M.; MAURENZA, D.; KUTSCHENKO, C.; JUDICE, D. M.; SILVA, D. S.; FERNANDEZ, E. P.; MARTINS, E. M.; BARROS, F. S. M.; SFAIR, J. C.; SANTOS FILHO, L. A. F.; ABREU, M. B.; MORAES, M. A.; MONTEIRO, N. P.; PIETRO, P. V.; FERNANDES, R. A.; HERING, R. L. O.; MESSINA, T.; PENEDO, T. S. A. Avaliação de risco de extinção de espécies da flora brasileira. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. (Eds.). **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: CNC Flora, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. p. 60-84.

MARTINI, A.; ROCHA, N. S.; RIBEIRO, L.; BIONDI, D. Análise da qualidade da paisagem da orla marinha de Pontal do Paraná, PR, Brasil. **Geografar**, v. 9, n. 2, p. 8-29, 2014. http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v9i2.31566

MARTINUZZI, S.; RAMOS-GONZÁLEZ, O. M.; MUÑOZ-ERICKSON, T. A.; LOCKE, D. H.; LUGO, A. E.; RADELOFF, V. C. Vegetation cover in relation to socioeconomic factors in a tropical city assessed from sub-meter resolution imagery. **Ecological Applications**, v. 28, n. 3, p. 681-693, 2017. https://doi.org/10.1002/eap.1673

MARTIN-VIDE, J. Spatial distribution of a daily precipitation concentration index in peninsular Spain. **International Journal of Climatology**, v. 24, n. 8, p. 959-971, 2004. https://doi.org/10.1002/joc.1030

MARTYN, P.; BRYMER, E. The relationship between nature relatedness and anxiety. **Journal of Health Psychology**, v. 21, n. 7, p. 1436-1445, 2016. https://doi.org/10.1177/1359105314555169

MCGARIGAL, K. **Fragstats help 2015**. Disponível em: https://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats.help.4.2.pdf. Acesso em: 23 abr. 2021.

MCPHERSON, E.G.; SIMPSON, J. R.; PEPER, P. J.; XIAO, Q. Benefit-cost analysis of Modesto's municipal urban forest. **Journal of Arboriculture**, v. 25, n. 5, p. 235-248, 1999.

MCPHERSON, E. G.; XIAO, Q.; VAN DOORN, N. S.; DE GOEDE, J.; BJORKMAN, J.; HOLLANDER, A.; BOYNTON, R. M.; QUINN, J. F.; THORNE, J. H. The structure, function and value of urban forests in California communities. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 28, p. 43-53, 2017. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.09.013

MEA – MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being**: current state and trends - findings of the Condition and Trends Working Group. Washington: Island Press, 2005. 155 p.

MELO, G.; MISAEL, G. Y. M.; SIQUEIRA, N. Indicadores de sustentabilidade urbana na Bacia do Rio Belém, Vila Hauer, Curitiba-PR. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 24, p. 197-214, 2018. http://dx.doi.org/10.18616/ta.v24i0.4374

MENESES-TOVAR, C. L. NDVI as indicator of degradation. **Unasylva**, v. 238, n. 62, p. 39-46, 2011.

MEYBECK, M.; GREEN, P.; VÖRÖSMARTY, C. J. A new typology for mountains and other relief classes: An application to global continental water resources and population distribution. **Mountain Research and Development**, v . 21, n. 1, p. 34-45, 2001.

MI – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Instrução Normativa nº 2, de 20 de dezembro de 2016. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2016.

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; DE SOUSA, M. M.; REZENDE, O. M. Urban floods in lowlands-levee systems, unplanned urban growth and river restoration alternative: A case study in Brazil. **Sustainability**, v. 7, n. 8, p. 11068-11097, 2015. https://doi.org/10.3390/su70811068

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem urbana**: Do projeto tradicional à sustentabilidade. Rio de Janeiro: Editora Campus e Elsevier, 2016. 384 p.

MILLER, J. D.; BREWER, T. Refining flood estimation in urbanized catchments using landscape metrics. **Landscape and Urban Planning**, v. 175, p. 34-49. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.02.003

MILLS, J. R.; CUNNINGHAM, P.; DONOVAN, G. H. Urban forests and social inequality in the Pacific Northwest. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 16, p. 188-196, 2016. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.02.011

MISAEL, G. Y. M. Áreas de Preservação Permanente, usos conflitantes e cobertura vegetal: um estudo comparativo na Bacia do Rio Belém, Curitiba – PR. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 24, p. 81-97, 2018. http://dx.doi.org/10.18616/ta.v24i0.4367

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMAN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; DA FONSECA, G. A. B. **Hotspots Revisited**: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Chicago: The University of Chicago Press Books, 2005. 392 p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação X Áreas de Risco**: O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório da Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Série Biodiversidade, n. 41. Brasília: MMA, 2011. 96 p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Volume 1: Estratégia Geral e Volume 2: Estratégias Setoriais e Temáticas. Brasília: MMA, 2016a. 46 p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 223, de 21 de junho de 2016. Ficam reconhecidas as Áreas prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Cerrado, do Pantanal e da Caatinga, resultantes da 2ª atualização, para efeito da formulação e implementação de políticas públicas, programas, projetos e atividades, sob a responsabilidade do Governo Federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2016b.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **PLANAVEG**: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Brasília: MMA, 2017a. 73 p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Estratégia e plano de ação nacionais para a biodiversidade**. Brasília: MMA, 2017b. 262 p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Índice de prioridade de restauração florestal para segurança hídrica**: Uma aplicação para as regiões metropolitanas da Mata Atlântica. Brasília: MMA, 2017c. 47 p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018. Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de

Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2018a.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC). Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs.html. Acesso: 9 abr. 2018b.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Impactos da Mudança do Clima na Mata Atlântica**. Brasília: MMA, 2018c. 106 p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Convenção das Nações Unidas. Disponível em: http://mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas. Acesso em: 13 jan. 2020a.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 504, de 21 de setembro de 2020. Institui o Programa Cidades+Verdes e o Cadastro Ambiental Urbano – CAU. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2020b.

MORANDI, D. T.; FRANÇA, L. C. J.; MENEZES, E. S.; MACHADO, E. L. M.; SILVA, M. D.; MUCIDA, D. P. Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. **Ecological Indicators**, v. 115, 106440, 2020. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106440

MORATO, R. G.; MACHADO, R. P. P.; MARTINES, M. R. Mapeamento da justiça ambiental e racismo ambiental na Bacia do Córrego do Morro do "S", São Paulo/SP. **Geoambiente on-line**, v. 30, p. 214-233, 2018. https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i30.51683

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2000. https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00618.x

MORENO, R.; OJEDA, N.; AZÓCAR, J.; VENEGAS, C.; INOSTROZA, L. Application of NDVI for identify potentiality of the urban forest for the design of a green corridors system in intermediary cities of Latin America: Case study, Temuco, Chile. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 55, 126821, 2020. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126821

MORISON, P.; BROWN, R. R. Understanding the nature of public and local policy commitment to water sensitive urban design. **Landscape and Urban Planning**, v. 99, n. 2, p. 83-92, 2011. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.08.019

MU, E., PEREYRA-ROJAS, M. Practical Decision Making: An Introduction to the Analytic Hierarchy Process (AHP) Using Super Decisions. Berlim: Springer, 2017. 111 p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33861-3

MUIS, S.; GÜNERALP, B; JONGMAN, B.; AERTS, J. C. J. H.; WARD, P. J. Flood risk and adaptation strategies under climate change and urban expansion: a probabilistic analysis using global data. Science of the Total Environment, v. 538, p. 445-457, 2015. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.068

MUSTAFA, A.; BRUWIER, M.; ARCHAMBEAU, P.; ERPICUM, S.; PIROTTON, M. DEWALS, B.; TELLER, J. Effects of spatial planning on future flood risks in urban environments. **Journal of Environmental Management**, v. 225, p. 193-204, 2018. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.090

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, v. 403, p. 853-857, 2000. https://doi.org/10.1038/35002501

NAVES, F. E.; ALMEIDA, R. T. S. Índice topográfico de umidade como método para identificação de pontos de alagamento em áreas urbanas. **Sociedade e Território**, v. 33, n. 1, p. 209-227, 2021. https://doi.org/10.21680/2177-8396.2021v33n1ID22836

NESBITT, L.; MEITNER, M. J.; GIRLING, C.; SHEPPARD, S. R. J.; LU, Y. Who has access to urban vegetation? A spatial analysis of distributional green equity in 10 US cities. **Landscape and Urban Planning**, v. 181, p. 51-79, 2019. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.007

NGS – Pesquisa Geodésica Nacional dos Estados Unidos. **Geodetic Glossary**. Rockville: U.S. Departament of Commerce, 1986. 274 p.

NISBET, E. K.; ZELENSKI, J. M.; MURPHY, S. A. The Nature Relatedness Scale: Linking individuals' connection with nature to environmental concern and behavior. **Environment and Behavior**, v. 41, n. 5, p. 715-740, 2009. https://doi.org/10.1177/0013916508318748

NISBET, E. K.; ZELENSKI, J. M.; MURPHY, S. A. Happiness is in our nature: Exploring nature relatedness as a contributor to subjective well-being. **Journal of Happiness Studies**, v. 12, p. 303-322, 2011. https://doi.org/10.1007/s10902-010-9197-7

NISBET, E. K.; ZELENSKI, J. M. The NR-6: a new brief measure of nature relatedness. **Frontiers in Psychology**, v. 4, 813, 2013. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00813

NUNES, A. Sul da Bahia vive a pior enchente dos últimos 35 anos. **UOL**, Salvador, 12 dez. 2021. Disponível em: https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2021/12/12/sul-da-bahia-vive-a-pior-enchente-dos-ultimos-35-anos.htm. Acesso em: 12 dez. 2021.

O'NEILL, R. V.; KRUMMEL, J. R.; GARDNER, R. H.; SUGIHARA, G.; JACKSON, B.; DEANGELIS, D. L.; TURNER, M. G.; ZYGMUNT, B.; CHRISTENSEN, S. W.; DALE, V. H.; GRAHAM, R. L. Indices of landscape pattern. **Landscape Ecology**, v. 1, p. 153-162, 1988. https://doi.org/10.1007/BF00162741

OBSERVATÓRIO NACIONAL DA FAMÍLIA. Fatos e números: famílias e filhos no Brasil. Disponível em https://www.gov.br/mdh/pt-br/navegue-por-temas/observatorio-nacional-da-familia/fatos-e-numeros/familias-e-filhos-no-brasil.pdf. Acesso em 12 dez. 2021.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Environmental Outlook to 2050**: The Consequences of Inaction. Paris: OECD Publishing, 2012. 350 p. https://doi.org/10.1787/9789264122246-en

OFICINA PROJETOS. Retratos do Belém: A trajetória de um rio urbano. Projeto 2011. Disponível em: http://retratosdobelem.blogspot.com/. Acesso em: 14 abr. 2020.

OLIVEIRA, N. S.; ROTUNNO FILHO, O. C.; MARTON, E.; SILVA, C. Correlation between rainfall and landslides in Nova Friburgo, Rio de Janeiro – Brazil: A case study. Environmental Earth Sciences, v. 75, 1358, 2016. https://doi.org/10.1007/s12665-016-6171-7

OLIVEIRA, D. M. Aplicação de modelagem numérica para simulação de cheias urbanas na Bacia Hidrográfica Urbana do Rio Belém, Município de Curitiba, PR. 2017. 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/54998. Acesso em: 17 jun. 2021.

OLIVEIRA, P. P. Métricas da paisagem e perspectivas de conservação para Parques em situação de isolamento na cidade de São Paulo: O Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), O Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e o Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC), Município de São Paulo (SP). 2018. 422 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-10052018-121509/pt-br.php. Acesso em: 29 mai. 2020.

OLOKEOGUN, O. S.; KUMAR, M. An indicator based approach for assessing the vulnerability of riparian ecosystem under the influence of urbanization in the Indian Himalayan city, Dehradun. **Ecological Indicators**, v. 119, 106796, 2020. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106796

OLTEDAL, S.; MOEN, B. E.; KLEMPE, H.; RUNDMO, T. **Explaining risk perception**: an evaluation of cultural theory. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, 2004. 40 p.

OMM – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE METEOROLOGIA. Climate. Disponível em: https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate. Acesso em: 01 jun. 2021.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Urban green spaces**: A brief for action. Copenhagen: OMS, 2017. 23 p.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Glossary of Environment Statistics**. Studies in Methods, Series F, n. 67. Nova York: ONU, Department for Economic and Social Information and Policy Analysis, 1997. 89 p.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS; COMISSÃO EUROPEIA; FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A

AGRICULTURA; OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; BANCO MUNDIAL. **System of environmental-economic accounting 2012**: Experimental ecosystem accounting. Nova York: ONU, 2014. 198 p. http://dx.doi.org/10.1787/9789210562850-en

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transforming our world**: The 2030 agenda for sustainable development. Nova York: ONU, 2015. 41 p.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World Population Prospects 2019**. Nova York: ONU, 2019. 374 p.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Fifth session of the UN Environment Assembly (UNEA-5). Strengthening actions for nature to achieve the Sustainable Development Goals. Disponível em: https://www.unep.org/environmentassembly/about-unea-5. Acesso em: 22 mar. 2022.

ONU-HABITAT – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA OS ASSENTAMENTOS HUMANOS; COLAB. **Consulta cidades sustentáveis**. Relatório de resultados da segunda edição. Nairobi: ONU-HABITAT, 2020. 91 p.

OTERO, I.; FARRELL, K. N.; PUEYO, S.; KALLIS, G.; KEHOE, L.; HABERL, H.; PLUTZAR, C.; HOBSON, P.; GARCÍA-MÁRQUEZ, J.; SCHINDLER, S.; NIELSEN, J.; SKORIN, T.; SETTELE, J.; ESSL, F.; GOMÉZ-BAGGETHUN, E.; BROTONS, L.; RABITSCH, W.; SCHNEIDER, F.; PE'ER, G. Biodiversity policy beyond economic growth. **Conservation Letters**, v. 13, n. 4, e12713, 2020. https://doi.org/10.1111/conl.12713

OUMA, Y.O.; TATEISHI, R. Urban flood vulnerability and risk mapping using integrated multi-parametric AHP and GIS: Methodological overview and case study assessment. **Water**, v. 6, n. 6, p. 1515-1545, 2014. https://doi.org/10.3390/w6061515

PALMER, M. A.; LIU, J.; MATTHEWS, J. H.; MUMBA, M.; D'ODORICO, P. Water security: Gray or green? **Science**, v. 349, n. 6248, p. 584-585, 2015. https://doi.org/10.1126/science.349.6248.584-a

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. T. S. D.; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1777-1786, 2011. https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000500032

PARANÁ. Plano de Manejo da Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu 2014. http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/COALIAR/Comite/plano_de_bacia/PBAI_Produto_11_Relatorio_tecnico.pdf. Acesso em: 26 mar. 2019.

PARANÁ. Uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu. Disponível em: http://www.aguasparana.pr.gov.br/pagina-92.html. Acesso em: 01 abr. 2019.

PAULEIT, S.; ZOLCH, T.; HANSEN, R.; RANDRUP, T. B.; VAN DEN BOSCH, C. K. Nature-based Solutions and Climate Change – Four Shades of Green. In: KABISCH, N.; KORN, H.; STADLER, J.; BONN, A. **Nature-based Solutions to Climate**

Change Adaptation in Urban Areas. Linkages between Science, Policy and Practice. Cham: Springer Open, 2017. 337 p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5

PEREIRA, H. M.; LEADLEY, P. W.; PROENÇA, V.; ALKEMADA, R.; SCHARLEMANN, J. P. W.; FERNANDEZ-MANJARRES, J. F.; ARAÚJO, M. B.; BALVANERA, P.; BIGGS, R.; CHEUNG, W. W. L.; CHINI, L.; COOPER, H. D.; GILMAN, E. L.; GUENETTE, S.; HURTT, G. C.; HUNTINGTON, H. P.; MACE, G. M.; OBERDORFF, T.; REVENGA, C.; RODRIGUES, P.; SCHOLES, R. J.; SUMAILA, U. R.; WALPOLE, M. Scenarios for global biodiversity in the 21st century. ***Science***, v. 330, n. 6010, p. 1496-1501, 2010.

PERRY, G. L. W.; MOLONEY, K. A.; ETHERINGTON, T. R. Using network connectivity to prioritise sites for the control of invasive species. **Journal of Applied Ecology**, v. 54, n. 4, p. 1238-1250, 2016. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12827

PICARELLI, S. B. N.; KASECKER, T. P. Soluções baseadas na Natureza como estratégia para construção da resiliência de centros urbanos frente às mudanças climáticas. In: HERZOG, C. P.; FREITAS, T.; WIEDMAN, G. (Eds.). **Soluções baseadas na Natureza e os desafios da água**. Bruxelas: Comissão Europeia, 2022. pp. 14-19. https://doi.org/10.2777/850594

PIELKE, R. Tracking progress on the economic costs of disasters under the indicators of the sustainable development goals. **Environmental Hazards**, v. 18, n. 1, p. 1-6, 2019. https://doi.org/10.1080/17477891.2018.1540343

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L.P.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. **Revista Ambiente e Água**, v. 4, n. 2, p. 188-199, 2009. https://doi.org/10.4136/ambi-agua.97

PINHEIRO, G. M.; MARTIN-VIDE, J. Concentração diária da precipitação na Bacia do Alto Iguaçu, Paraná, Brasil. **Ra'eGa** – o espaço geográfico em análise, v. 39, p. 266-279, 2017. http://dx.doi.org/10.5380/raega

PINTOI, R. W. P.; FREITAS, M. M. Considerações a respeito dos movimentos de massa ocorridos em janeiro de 2011 na bacia do Córrego d'Antas, Nova Friburgo – RJ. **GeoPUC**, v. 5, n. 9, p. 79-96, 2012.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO; IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; FJP – FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil 2013 – dados brutos. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/data/rawData/atlas2013_dadosbrutos_pt.xlsx. Acesso em: 19 mar. 2019.

POLAT, A. T.; AKAI, A. Relationships between the visual preferences of urban recreation area users and various landscape design elements. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 14, n. 3, p. 573-582, 2015. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.05.009

POSSE, Z. C. S.; CASTRO, E. A. Memória urbana. Disponível em: https://www.memoriaurbana.com.br. Acesso: 03 fev. 2020.

POURGHASEMI, H.; PRADHAN, B.; GOKCEOGLU, C.; MOEZZI, K. D. Landslide susceptibility mapping using a spatial multi criteria evaluation model at Haraz Watershed, Iran. In: PRADHAN, B.; BUCHROITHNER, M. (Eds.). **Terrigenous mass movements**. Berlim: Springer, 2012. pp. 23-49. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25495-6_2

PROKOP, G.; JOBSTMANN, H.; SCHONBAUER, A. **Overview of best practices for limiting soil sealing or mitigating its effects in EU-27**: final report. União Europeia: Comissão Europeia, 2011. 227 p.

PYKE, C.; WARREN, M. P.; JOHNSON, T.; LAGRO JR., J.; SCHARFENBERG, J.; GROTH, P.; FREED, R.; SCHROEER, W.; MAIN, E. Assessment of low impact development for managing stormwater with changing precipitation due to climate change. **Landscape and Urban Planning**, v. 103, n. 2, p. 166-173, 2011. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.07.006

RADULA, M. W.; SZYMURA, T. H.; SZYMURA, M. Topographic wetness index explains soil moisture better than bioindicator with Ellenberg's indicator values. **Ecological Indicators**, v. 85, p. 172-179, 2018. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.011

RAMOS-SCHARRÓN, C. E.; LAFEVOR, M. C. The role of unpaved roads as active source areas of precipitation excess in small watersheds drained by ephemeral streams in the Northeastern Caribbean. **Journal of Hydrology**, v. 533, 168-179, 2016. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.11.051

RAMOS-SCHARRÓN, C. E.; MACDONALD, L. H. Measurement and prediction of natural and anthropogenic sediment sources, St. John, US Virgin Islands. **Catena**, v. 71, n. 2, p. 250-266, 2007. https://doi.org/10.1016/j.catena.2007.03.009

RASCH, R. J. Assessing urban vulnerability to flood hazard in Brazilian municipalities. **Environment and Urbanization**, v. 28, n. 1, p. 145-168, 2016. https://doi.org/10.1177/0956247815620961

REIS, A. R. N.; BIONDI, D.; NESI, J.; VIDOLIN, G. P.; MONTEIRO, M. M. G.; OLIVEIRA, J. D.; KOVALSYKI, B. Influência da paisagem sobre as populações de Ocotea odorifera (Vell.) Rohwer em Curitiba, Paraná, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências UFRJ**, v. 43, n. 3, p. 269-279, 2020. http://dx.doi.org/10.11137/2020_%18_%18_

REIS, A. N.; BIONDI, D.; VIEZZER, J.; OLIVEIRA, J. D.; KOVALSYKI, B. Using landscape metrics and species potential distribution modeling in cities to develop the Selection of Areas for Species Conservation Index (SASCI). **Trees**, v. 35, p. 1341-1350, 2021. https://doi.org/10.1007/s00468-021-02121-y

REIS, A. R. N.; BIONDI, D.; VIEZZER, J.; FREIMAN, F. P.; FOGACA, L. Vulnerability to biological invasion by Hovenia dulcis Thunb. in green areas of Curitiba, Paraná,

Brazil. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 4, p. 1768-1788, 2021. https://doi.org/10.5902/1980509847218

REN, Y.; ZHUANG, D.; WANG, Z.; YANG, H. Evaluation of Urban Park Landscape in Ma'anshan based on Analytic Hierarchy Process (AHP). **Journal of Landscape Research**, v. 12, n. 5, p. 94-102, 2020. https://doi.org/10.16785/j.issn1943-989x.2020.5.021

RENAUD, F. G.; SUDMEIER-RIEUX, K.; ESTRELLA, M.; NEHREN, U. **Ecosystem-based disaster risk reduction and adaptation in practice**. Cham: Springer, 2016. 598 p.

REUBENS, B.; POESEN, J.; DANJON, F.; GEUDENS, G.; MUYS, B. The role of fine and coarse roots in shallow slope stability and soil erosion control with a focus on root system architecture: a review. **Trees**, v. 21, p. 385-402, 2007. https://doi.org/10.1007/s00468-007-0132-4

REZENDE, C. L.; FRAGA, J. S.; SESSA, J. C.; SOUZA, G. V. P.; ASSAD, E. D.; SCARANO, F. R. Land use policy as a driver for climate change adaptation: A case in the domain of the Brazilian Atlantic forest. **Land Use Policy**, v. 72, p. 563-569, 2018a. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.027

REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSAD, E. D.; JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; STRASSBURG, B. B. N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G. A.; MITTERMEIER, R. A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 4, p. 208-214, 2018b. https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002

RIBEIRO, M. C.; MARTENSEN, A. C.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M.; SCARANO, F. R.; FORTIN, M. J. The Brazilian Atlantic Forest: A shrinking biodiversity hotspot. In: ZACHOS, F. E.; HABEL, J. C. (Eds.). **Biodiversity hotspots**. Heidelberg: Springer, 2011. p. 405-434.

RICHARDS, R. D.; PASSY, P.; OH, R. R. Y. Impacts of population density and wealth on the quantity and structure of urban green space in tropical Southeast Asia. **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 553-560, 2017. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.09.005

RICHARDSON, J. S.; NAIMAN, R. J.; BISSON, P. A. How did fixed-width buffers become standard practice for protecting freshwaters and their riparian areas from forest harvest practices? **Freshwater Science**, v. 31, n. 1, p. 232-238, 2012. https://doi.org/10.1899/11-031.1

RIGUEIRA, D. M. G.; MOLINARI, A. L. M.; MARIANO, D. L. S.; REIS, R. M.; PORTUGAL, A. B.; SANTANA, N. S.; SANTOS, R. A. Influência da distância da borda e do adensamento foliar sobre a abundância de plantas pioneiras em um fragmento de floresta tropical submontana na Estação Ecológica de Wenceslau Guimarães (Bahia, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 197-202, 2012. https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100019

RIIS, T.; KELLY-QUINN, M.; AGUIAR, F. C.; MANOLAKI, P.; BRUNO, D.; BEJARANO, M. D.; CLERICI, N.; FERNANDES, M. R.; FRANCO, J. C.; PETTIT, N.; PORTELA, A. P.; TAMMEORG, O.; TAMMEORG, P.; RODRÍGUEZ-GONZÁLOES, P. M.; DUFOUR, S. Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. **BioScience**, v. 70, n. 6, p. 501-514, 2020. https://doi.org/10.1093/biosci/biaa041

RIPPL, S. Cultural theory and risk perception: a proposal for a better measurement. **Journal of Risk Research**, v. 5, n. 2, p. 147-165, 2002. https://doi.org/10.1080/13669870110042598

RITCHIE, H.; ROSER, M. Natural Disasters. Disponível em: https://ourworldindata.org/natural-disasters. Acesso em: 12 fev. 2020.

RIZEEI, H. M.; PRADHAN, B.; SAHARKHIZ, M. A. Surface runoff prediction regarding LULC and climate dynamics using coupled LTM, optimized ARIMA, and GIS-based SCS-CN models in tropical region. **Arabian Journal of Geosciences**, v. 11, n. 3, 53, 2018. https://doi.org/10.1007/s12517-018-3397-6

ROSE, D. C.; AMANO, T.; GONZÁLEZ-VARO, J. P.; MUKHERJEE, N.; ROBERTSON, R. J.; SIMMONS, B. I.; WAUCHOPE, H. S.; SUTHERLAND, W. J. Calling for a new agenda for conservation science to create evidence-informed policy. **Biological Conservation**, v. 238, 108222, 2019. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108222

ROSENZWEIG, C.; SOLECKI, W.; HAMMER, S. A.; MEHROTRA, S. Cities lead the way in climate-change action. **Nature**, v. 467, p. 909-911, 2010. https://doi.org/10.1038/467909a

RUFAT, S.; TATE, E.; BURTON, C. G.; MAROOF, A. S. Social vulnerability to floods: review of case studies and implications for measurement. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 14, n. 4, p. 470-486, 2015. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.09.013

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008. http://dx.doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590

SANE, M.; HUOKUNA, M. Procedure for identifying automatically possible flood risk areas. In: THEMATIC WORKSHOP ON FLOOD MAPPING, Working Group F, 2008, Dublin. **Anais**… Genebra: Organização Meteorológica Mundial, 2008. p. 1-10.

SANEPAR – COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. Programa de Revitalização de Rios Urbanos (PRRU). Disponível em: https://site.sanepar.com.br/sustentabilidade/programas-e-projetos. Acesso em: 03 ago. 2020.

SANTA CATARINA. Plano integrado de prevenção e mitigação de riscos de desastres naturais na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí. Florianópolis, 2009. 46 p. Disponível em: https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/plano_integrado._rio_itajai.pdf. Acesso em: 22 out. 2019.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª edição. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v. 5, n. 1, p. 18-32, 1991.

SCARANO, F. R.; CEOTTO, P. Brazilian Atlantic Forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 9, p. 2319-2331, 2015. https://doi.org/10.1007/s10531-015-0972-y

SCARANO, F. R. Biodiversity Sector: Risks of temperature increase to biodiversity and ecosystems. In: NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A.; SOARES, W. R. (Eds.). **Climate change risks in Brazil**. Cham: Springer, 2019. p. 131-141. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92881-4_5

SCHELFAUT, K.; PANNEMANS, B.; VAN DER CRAATS, I.; KRYWKOW, J.; MYSIAK, J.; COOLS, J. Bringing flood resilience into practice: the FREEMAN project. **Environmental Science & Policy**, v. 14, n. 7, p. 825-833, 2011. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.02.009

SCHEWENIUS, M.; MCPHEARSON, T.; ELMQVIST, T. Opportunities for increasing resilience and sustainability of urban social–ecological systems: Insights from the URBES and the Cities and Biodiversity Outlook Projects. **AMBIO**, v. 43, p. 434-444, 2014. https://doi.org/10.1007/s13280-014-0505-z

SCHIERMEIER, Q. Climate and weather: extreme measures. **Nature**, v. 477, p. 148-149, 2011. https://doi.org/10.1038/477148a

SCHILLER, L.; BÖDER, V.; SCHENKE, H. A comprehensive definition and systematic subdivision of hydrography. In: HYDRO12 – TAKING CARE OF THE SEA, 2012, Rotterdam. **Anais**… Rotterdam: University of Twente, 2012. p. 1-6. https://doi.org/10.3990/2.266

SCHILLING, K. E.; LIBRA, R. D. Increased baseflow in Iowa over the second half of the 20th century. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 39, n. 4, p. 851-860, 2003. https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2003.tb04410.x

SCHNEIDER, A. L.; INGRAM, H. M. **Deserving and entitled**: Social constructions and public policy. Albany: State University of New York Press, 2005. 371 p.

SCHOCH, K. Case study research. In: BURKHOLDER, G. J.; COX, K. A.; CRAWFORD, L. M.; HITCHCOCK, J. H. (Eds.). **Research design and methods**: An applied guide for the scholar-practitioner. Washington: Sage Publishing, 2020. pp. 245-258.

SCHOLES, R.; MONTANARELLA, L.; BRAINICH, A.; BARGER, N.; TEN BRINK, B.; CANTELE, M.; ERASMUS, B.; FISHER, J.; GARDNER, T.; HOLLAND, T. G.;

JOHLER, F.; KOTIAHO, J. S.; VON MALTITZ, G.; NAGENDO, G.; PANDIT, R.; PARROTTA, J.; POTTS, M. D.; PRINCE, S.; SANKARAN, M.; WILLEMEN, L. **Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services**. Bonn: IPBES Secretariat, 2018. 44 p.

SCHOOF, R. Environmental impact of channel modification. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 16, n. 4, p. 697-701, 1980. https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1980.tb02451.x

SCHUBERT, J. E.; BURNS, M. J.; FLETCHER, T. D.; SANDERS, B. F. A framework for the case-specific assessment of Green Infrastructure in mitigating urban flood hazards. **Advances in Water Resources**, v. 108, p. 55-68. 2017. https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2017.07.009

SCHWARTZ, T. T.; PIERRE, Y. F.; CALPAS, E. **Building assessments and rubble removal in quake-affected neighborhoods in Haiti**. Washington: United States Agency for International Development, 2011. 40 p.

SCHWARZ, K.; FRAGKIAS, M.; BOONE, C. G.; ZHOU, W.; MCHALE, M.; GROVE, J. M.; O'NEIL-DUNNE, J.; MCFADDEN, J. P.; BUCKLEY, G. L.; CHILDERS, D.; OGDEN, L.; PINCETL, S.; PATAKI, D.; WHITMER, A.; CADENASSO, M. L. Trees grow on money: Urban tree canopy cover and environmental justice. **PLOS ONE**, v. 10, n. 4, e0122051, 2015. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122051

SCHWESIG, D.; JEFFREY, P.; GORMLEY, A.; SAEGROV, S.; WINTGENS, T.; HOCHSTRAT, R.; ALEGRE, H.; COELHO, S. T.; VAN DEN HOVEN, T.; BÜSCHER, C.; ROCHERA, E. C. **TRUST – Transitions to the Urban Water Services of Tomorrow Final Report**. União Europeia: TRUST, 2015. 44 p.

SEEG Municípios – Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases do Efeito Estufa. **87 soluções para a redução das emissões de gases do efeito estufa nos municípios brasileiros**. São Paulo: Observatório do Clima, 2021. 194 f.

SHAFIZADEH-MOGHADAM, H.; VALAVI, R.; SHAHABI, H.; CHAPI, K.; SHIRZADI, A. Novel forecasting approaches using combination of machine learning and statistical models for flood susceptibility mapping. **Journal of Environmental Management**, v. 217, p. 1-11, 2018. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.089

SHANAHAN, D. F.; BUSH, R.; GASTON, K. J.; LIN, B. B.; DEAN, J.; BARBER, E.; FULLER, R. A. Health benefits from nature experiences depend on dose. **Scientific Reports**, v. 6, 28551, 2016. https://doi.org/10.1038/srep28551

SHRESTHA, N. Detecting multicollinearity in regression analysis. **American Journal of Applied Mathematics and Statistics**, v. 8, n. 2, p. 39-42, 2020. https://doi.org/10.12691/ajams-8-2-1

SHUSTER, W. D.; GARMESTANI, A. S. Adaptive exchange of capitals in urban water resources management: An approach to sustainability? **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 17, n. 6, p. 1393-1400, 2015. http://dx.doi.org/10.1007/s10098-014-0886-5

SIEFERT, C. A. C.; SANTOS, I. Identificação de áreas hidrologicamente sensíveis por meio de modelagem hidrológica e da distribuição espacial de solos e vegetação em ambientes hidromórficos. **Sociedade & Natureza**, v. 27, n. 1, p. 141-155, 2015. https://doi.org/10.1590/1982-451320150110

SILVA, C. A. M. Os desastres no Rio de Janeiro: Conceitos e dados. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, v. 8, p. 55-72, 2015. https://doi.org/10.12957/cdf.2015.26555

SILVA, A. L.; LONGO, R. M.; BRESSANE, A.; CARVALHO, M. F. H. Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1254-1269, 2019. https://doi.org/10.5902/1980509830201

SILVA, J. C. A.; PORTO, M. F. Requalificação de rios urbanos no âmbito da renaturalização, da revitalização e da recuperação. **Labor e Engenho**, v. 14, e020001, 2020. https://doi.org/10.20396/labore.v14i0.8659900

SILVA; J. C. A.; PORTO, M. F. Urban Brazilian watersheds: When to opt for restoration, revitalization or recovery? **Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Water Management**, v. 174, n. 2, p. 70-83, 2021. https://doi.org/10.1680/jwama.18.00080

SILVA, J. M. C.; WHEELER, E. Ecosystems as infrastructure. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15, n. 1, p. 32-35, 2017. https://doi.org/10.1016/j.pecon.2016.11.005

SILVA-JUNIOR, V.; SOUZA, D. G.; QUEIROZ, R. T.; SOUZA, L. G. R.; RIBEIRO, E. M. S.; SANTOS, B. A. Landscape urbanization threatens plant phylogenetic diversity in the Brazilian Atlantic Forest. **Urban Ecosystems**, v. 21, p. 625-634, 2018. https://doi.org/10.1007/s11252-018-0745-y

SOARES-FILHO, B. S.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, p. 363-4, 2014. https://doi.org/10.1126/science.1246663

SOMMEECHAI, M.; WACHRINRAT, C.; DELL, B.; THANGTAM, N.; SRICHAICHANA, J. Ecological structure of a tropical urban forest in the Bang Kachao Peninsula, Bangkok. ***Forests***, v. 9, n. 1, 36, 2018. https://doi.org/10.3390/f9010036

SORENSEN, R.; ZINKO, U.; SEIBERT, J. On the calculation of the Topographic Wetness Index: Evaluation of different methods based on field observations. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 10, n. 1, p. 101-112, 2006. https://doi.org/10.5194/hess-10-101-2006

SOWIŃSKA-ŚWIERKOSZ, B.; MICHALIK-ŚNIEŻEK, M. The methodology of Landscape Quality (LQ) indicators analysis based on remote sensing data: Polish National Parks case study. ***Sustainability***, v. 12, n. 7, 2810, 2020. https://doi.org/10.3390/su12072810

SOWMYA, K.; JOHN, C. M.; SHRIVASTHAVA, N. K. Urban flood vulnerability zoning of Cochin City, southwest coast of India, using remote sensing and GIS. **Natural Hazards**, v. 75, p. 1271-1286, 2015. https://doi.org/10.1007/s11069-014-1372-4

STAVENHAGEN, M.; BUURMAN, J.; TORTAJADA, C. Saving water in cities: Assessing policies for residential water demand management in four cities in Europe. **Cities**, v. 79, p. 187-195, 2018. https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.03.008

STEFANIDIS, S.; STATHIS, D. Assessment of flood hazard based on natural and anthropogenic factors using analytic hierarchy process (AHP). **Natural Hazards**, v. 68, n. 2, p. 569-585, 2013. https://doi.org/10.1007/s11069-013-0639-5

STIEGLITZ, M., RIND, D., FAMIGLIETTI, J., ROSENZWEIG, C. An efficient approach to modeling the topographic control of surface hydrology for regional and global climate modeling. **Journal of Climate**, v. 10, n. 1, p. 118-137, 1997. https://doi.org/10.1175/1520-0442(1997)010<0118:AEATMT>2.0.CO;2

STRASSBURG, B. B. N.; IRLBARREM, A.; BEYER, H. L.; CORDEIRO, C. L.; CROUZELLES, R.; JAKOVAC, C. C.; JUNQUEIRA, A. B.; LACERDA, E.; LATAWLEC, A. E.; BALMFORD, A.; BROOKS, T. M.; BUTCHART, S. H. M.; CHAZDON, R. L.; ERB, K-H.; BRANCALION, P.; BUCHANAN, G.; COOPER, D.; DÍAZ, S.; DONALD, P. F.; KAPOS, V.; LECLÈRE, D.; MILES, L.; OBERSTEINER, M.; PLUTZAR, C.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; VISCONTI, P. Global priority areas for ecosystem restoration. **Nature**, v. 586, p. 724-729, 2020. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2784-9

SUDERHSA - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba**. Relatório final volume 4 – capacidade do sistema atual e medidas de controle de cheias. Tomo 4.8 – modelagem das linhas de inundação da Bacia do Rio Belém. Curitiba: CH2MHILL do Brasil, Serviços de Engenharia Ltda., 2002. 377 p. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/sud0104rp_wr108_fi.pdf. Acesso em: 30 mar. 2020.

SUDMEIER-RIEUX, K.; ARCE-MOJICA, T.; BOEHMER, H. J.; DOSWALD, N.; EMERTON, L.; FRIESS, D. A.; GALVIN, S.; HAGENLOCHER, M.; JAMES, H.; LABAN, P.; LACAMBRA, C.; LANGE, W.; MCADOO, B. G.; MOOS, C.; MYSIAK, J.; NARVAEZ, L.; NEHREN, U.; PEDUZZI, P.; RENAUD, F. G.; SANDHOLZ, S.; SCHREYERS, L.; SEVERVARI, Z.; TOM, T.; TRIYANTI, A.; VAN EIJK, P.; VAN STAVEREN, M.; VICARELLI, M.; WALZ, Y. Scientific evidence for ecosystem-based disaster risk reduction. **Nature Sustainability**, v. 4, p. 803-810, 2021. https://doi.org/10.1038/s41893-021-00732-4

SUKRISTIYANTI, S.; MARIA, R.; LESTIANA, H. Watershed-based morphometric analysis: A review**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 118, 012028, 2018. https://doi.org/10.1088/1755-1315/118/1/012028

SWEENEY, B. W; NEWBOLD, J. D. Streamside forest buffer width needed to protect stream water quality, habitat, and organisms: a literature review. **Journal of the**

American Water Resources Association, v. 50, n. 3, p. 560-584, 2014. https://doi.org/10.1111/jawr.12203

SZALKIEWICZ, E.; JUSIK, S.; GRYGORUK, M. Status of and perspectives on river restoration in Europe: 310,000 euros per hectare of restored river. **Sustainability**, v. 10, n. 1, 129, 2018. https://doi.org/10.3390/su10010129

SZWAGRZYK, M.; KAIM, D.; PRICE, B.; WYPYCH, A.; GRABSKA, E.; KOZAK, J. Impact of forecasted land use changes on flood risk in the Polish Carpathians. **Natural Hazards**, v. 94, p. 227-240, 2018. https://doi.org/10.1007/s11069-018-3384-y

TABARELLI, M; SILVA, J. M. C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 13, p. 1419-1425, 2004. https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000019398.36045.1b
TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. The conversion of the Atlantic forest in anthropogenic landscapes: lessons for the conservation of biological diversity of tropical forests. **Interciencia**, v. 37, n. 2, p. 88-92, 2012.

TANG, Z.; ZHANG, H.; YI, S.; XIAO, Y. Assessment of flood susceptible areas using spatially explicit, probabilistic multi-criteria decision analysis. **Journal of Hydrology**, v. 558, p. 144-158, 2018. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.01.033

TANNER, K. Survey designs. In: WILLIAMSON, K.; JOHANSON, G. (Eds.). **Research methods**. Oxford: Chandos Publishing, 2018. p. 159-192. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102220-7.00006-6

TAUBENBÖK, H., WURM, M., NETZBAND, M., ZWENZNER, H., ROTH, A., RAHMAN, A., DECH, S. Flood areas – multi-sensoral approaches using remotely sensed data for risk assessment. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 11, p. 431-444, 2011. https://doi.org/10.5194/nhess-11-431-2011

TAVARES, A. C.; SILVA, A. C. F. Urbanização, chuvas de verão e inundações: Uma análise episódica. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 3, n. 1, p. 4-18, 2008.

TEHRANY, M. S.; PRADHAN, B.; JEBUR, M. N. Spatial prediction of flood susceptible areas using rule based decision tree (DT) and a novel ensemble bivariate and multivariate statistical models in GIS. **Journal of Hydrology**, v. 504, p. 69-79, 2013. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.09.034

TEHRANY, M. S.; PRADHAN, B.; MANSOR, S.; AHMAD, N. Flood susceptibility assessment using GIS-based support vector machine model with different kernel types. **Catena**, v. 125, p. 91-101, 2015. https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.10.017

TELLMAN, B.; MCDONALD, R. I.; GOLDSTEIN, J. H.; VOGL, A. L.; FLÖRKE, M.; SHEMIE, D.; DUDLEY, R.; DRYDEN, R.; PETRY, P.; KARRES, N.; VIGERSTOL, K.; LEHNER, B.; VEIGA, F. Opportunities for natural infrastructure to improve urban water security in Latin America. **PLOS ONE**, v. 13, n. 12, e0209470, 2018. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209470

TERPSTRA, T.; GUTTELING, J. M. Households' perceived responsibilities in flood risk management in the Netherlands. **International Journal of Water Resources Development**, v. 24, n. 4, p. 555-565, 2008. https://doi.org/10.1080/07900620801923385

THAI, T. H.; THAO, N. P.; DIEU, B.T. Assessment and simulation of impacts of climate change on erosion and water flow by using the soil and water assessment tool and GIS: case study in upper Cau River basin in Vietnam. **Vietnam Journal of Earth Sciences**, v. 39, n. 4, p. 376-392, 2017. https://doi.org/10.15625/0866-7187/39/4/10741

THOMAS, W. W.; CARVALHO, A. M. V. DE; AMORIM, A. M. A.; GARRISON, J.; ARBELAEZ, A. L. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, n. 3, p. 311-322, 1998. https://doi.org/10.1023/A:1008825627656

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R.; RAMOS-SCHARRÓN, C. E. The effects of unpaved roads on suspended sediment concentration at varying spatial scales-a case study from Southern Brazil. **Water and Environment Journal**, v. 28, p. 547-555, 2014. https://doi.org/10.1111/wej.12070

THRELFALL, C. G.; KENDAL, D. The distinct ecological and social roles that wild spaces play in urban ecosystems. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 29, p. 348-356, 2018. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.05.012

THRONE, C. R. **Blue-Green Cities**: Integrating urban flood risk management with green infrastructure. Londres: ICE Publishing, 2020. 20 p.

TOMADON, L. S.; DETTKE, G. A.; CAXAMBU, M. G.; FERREIRA, I. J. M. F.; COUTO, E. V. Significance of forest fragments for conservation of endangered vascular plant species in southern Brazil hotspots. **Ecoscience**, v. 26, n. 3, p. 221-235, 2019. https://doi.org/10.1080/11956860.2019.1598644

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: Ciência e Aplicação. 4ª edição. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2012. 944 p.

TUCCI, C. E.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: Revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 1, p. 135-152, 1997.

TURNER, K. G.; ODGAARD, M. V.; BØCHER, P. K.; DALGAARD, T.; SVENNING, J. C. Bundling ecosystem services in Denmark: Trade-offs and synergies in a cultural landscape. **Landscape and Urban Planning**, v. 125, p. 89-104, 2014. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.02.007

TYSZLER, M. Econometria espacial: Discutindo medidas para a matriz de ponderação espacial. 2006. 155 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública e Governo) – Escola de Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2006. Disponível em: http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2451/155051.pdf?sequence=2. Acesso em: 27 fev. 2018.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais**: 1991 a 2012. 2ª edição. Florianópolis: CEDEP/UFSC, 2013. 105 p.

UNDP – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **World Urbanization Prospects**: The 2014 Revision. Nova York: Department of Economic and Social Affairs, UNDP, 2015. 493 p.

UNDRR – ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES. **Poverty & Death**: Disaster Mortality – 1996-2015. Bruxelas: CRED/UNDRR, 2015. 22 p.

UNDRR – ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES. **The human cost of weather related disasters** – 1995-2015. Bruxelas: CRED/UNDRR, 2016. 30 p.

UNDRR – ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES. **Ecosystem-Based Disaster Risk Reduction**: Implementing Nature-based Solutions for resilience. Bangkok: UNDRR, 2020. 64 p.

UNESCO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA; UN-WATER – Nações Unidas Água. **Water and Climate Change**. The United Nations World Water Development Report 2018. Paris: UNESCO, 2018. 139 p.

UNESCO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA; UN-WATER – Nações Unidas Água. **Water and Climate Change**. The United Nations World Water Development Report 2020. Paris: UNESCO, 2020. 235 p.

UNFCCC – CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **United Nations Climate Change annual report 2020**. Genebra: UNFCCC, 2020. 72 p.

UN-WATER – Nações Unidas Água. **What is water security?** Genebra: UN-WATER: 2013. 1 p.

USGS – Serviço Geológico dos Estados Unidos. NDVI, the Foundation for Remote Sensing Phenology. Disponível em: https://www.usgs.gov/core-science-systems/eros/phenology/science/ndvi-foundation -remote-sensing-phenology?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects. Acesso em: 13 jul. 2021.

UUEMAA, E.; ANTROP, M.; ROOSAARE, J.; MARJA, R.; MANDER, Ü. Landscape metrics and indices: An overview of their use in landscape research. **Living Review Landscape Research**, v. 3, n. 1, p. 5-28, 2009. http://dx.doi.org/10.12942/lrlr-2009-1

VALENTE, R. A.; PETEAN, F. C. S.; VETTORAZZI, C. A. Multicriteria decision analysis for prioritizing areas for forest restoration. **Cerne**, v. 23, p. 55-60, 2017. https://doi.org/10.1590/01047760201723-12258

VAN DEN BERG, A. E.; JORGENSEN, A.; WILSON, E. R. Evaluating, restoration in urban green spaces: Does setting type make a difference? **Landscape and Urban Planning**, v. 127, p. 173-181, 2014. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.04.012

VAN DEN BERG, M. V. D.; WENDEL-VOS W., VAN POPPEL; M.; KEMPER, H.; VAN MECHELEN, W.; MAAS, J. Health benefits of green spaces in the living environment: A systematic review of epidemiological studies. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 14, n. 4, p. 806-816, 2015. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.008

VAN THANH, N.; LE, D. T.; THINH, N. A.; LAN, T. D.; HENS, L. Shifting challenges for coastal green cities. **Vietnam Journal of Earth Sciences**, v. 39, n. 2, p. 109-129, 2017. https://doi.org/10.15625/0866-7187/39/2/9373

VEROL, A. P.; BATTEMARCO, B. P.; MERLO, M. L.; MACHADO, A. C. M.; HADDAD, A. N.; MIGUEZ, M. G. The urban river restoration index (URRIX) - a supportive tool to assess fluvial environment improvement in urban flood control projects. **Journal of Cleaner Production**, v. 239, 118058, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118058

VETTORAZZI, C. A.; VALENTE, R. A. Priority areas for forest restoration aiming at the conservation of water resources. **Ecological Engineering**, v. 94, p. 255-267, 2016. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.05.069

VIALOU, D.; BENABDELHADI, M.; FEATHERS, J.; FONTUGNE, M.; VIALOU, A. V. Peopling South America's centre: the late Pleistocene site of Santa Elina. Antiquity, v. 91, n. 358, p. 865-884, 2017. https://doi.org/10.15184/aqy.2017.101

VIDOLIN, G. V.; BIONDI, D.; WANDEMBRUCK, A. Análise da estrutura da paisagem em um remanescente de floresta com araucária, Paraná, Brasil. **Árvore**, v. 35, n. 3, p. 515-525, 2011. https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000300014

VIEZZER, J.; BIONDI, D.; MARTINI, A.; ZAMPRONI, K. Tipologias das áreas verdes de Curitiba. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4., 2012, Curitiba. Anais... Curitiba: APRE, 2012. CD-ROM.

VIEZZER, J. As linhas projetuais paisagísticas e a percepção dos usuários das praças de Curitiba, PR. 2014. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2014. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/35840. Acesso em: 20 abr. 2018.

VIEZZER, J.; BIONDI, D. The influence of urban, socio-economic, and eco-environmental aspects on COVID-19 cases, deaths, and mortality: A multi-city case in the Atlantic Forest, Brazil. **Sustainable Cities and Society**, v. 69, 102859, 2021. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102859

VIEZZER, J.; SCHMIDT, M. A. R.; REIS, A. R. N.; FREIMAN, F. P.; MORAES, E. N.; BIONDI, D. Restoration of urban forests to reduce flood susceptibility: A starting

point. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 74, 102944, 2022. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.102944

VOJTEK, M.; VOJTEKOVÁ, J. Flood susceptibility mapping on a national scale in Slovakia using the Analytical Hierarchy Process. **Water**, v. 11, n. 2, 364, 2019. https://doi.org/10.3390/w11020364

VÖRÖSMARTY, C. J.; OSUNA, V. R.; CAK, A. D.; BHADURI, A.; BUNN, S. E.; CORSI, F.; GASTELUMENDI, J.; GREEN, P.; HARRISON, I.; LAWFORD, R.; MARCOTULLIO, P. J.; MCCLAIN, M.; MCDONALD, R.; MCINTYRE, P.; PALMER, M.; ROBARTS, R. D.; SZÖLLÖSI-NAGY, A.; TESSLER, Z.; UHLENBROOK, S. Ecosystem-based water security and the Sustainable Development Goals (SDGs). **Ecohydrology & Hydrobiology**, v. 18, n. 4, p. 317-333, 2018. https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.07.004

WALSH, J. C.; DICKS, L. V.; RAYMOND, C. M.; SUTHERLAND, W. J. A typology of barriers and enablers of scientific evidence use in conservation practice. **Journal of Environmental Management**, v. 250, 109481, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109481

WANG, Q.; MALANSON, G. P. Patterns of correlation among landscape metrics. **Physical Geography**, v. 28, n. 2, p. 170-182, 2007. https://doi.org/10.2747/0272-3646.28.2

WAHREN, A.; SCHWARZEL, K.; FEGER, K.-H. Potential and limitations of natural flood retention by forested land in headwater catchments: evidence from experimental and model studies. **Journal of Flood Risk Management**, v. 5, p. 321-335, 2012. https://doi.org/10.1111/j.1753-318X.2012.01152.x

WEBBER, J. L.; FLETCHER, T. D.; CUNNINGHAM, L.; FU, G.; BUTLER, D.; BURNS, M. J. Is green infrastructure a viable strategy for managing urban surface water flooding? **Urban Water Journal**, v. 17, n. 7, p. 598-608, 2019. https://doi.org/10.1080/1573062X.2019.1700286

WEF – FÓRUM ECONOMICO MUNDIAL. BiodiverCities by 2030: Transforming cities' relationship with nature. Insight Report. 2022. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_BiodiverCities_by_2030_2022.pdf. Acesso em 17 jan. 2022.

WINCH, R.; HARTLEY, S.; LANE, J. **Nature-based solutions to the climate emergency**: The benefits to business and society. União Europeia: the IGNITION project, 2020. 18 p.

WU, J.; ZHONG, Y.; DENG, J. Assessing and mapping forest landscape quality in China. **Forests**, v. 10, n. 8, 784, 2019a. https://doi.org/10.3390/f10080684

WU, S.; LIANG, Z.; LI S. Relationships between urban development level and urban vegetation states: A global perspective. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 38, p. 215-222, 2019. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.12.010

WWF. Seoul Cheonggyecheon river. 2012. Disponível em: https://wwf.panda.org/?204454/Seoul-Cheonggyecheon-river. Acesso em: 25 nov. 2019.

WWF. **State of the Atlantic Forest**: Three Countries, 148 Million People, One of the Richest Forests on Earth. Puerto Iguazú: WWF, 2017. 148 p.

XIAO, Q.; MCPHERSON, E. G.; SIMPSON, J. R.; USTIN, S. L. Rainfall interception by Sacramento's urban forest. **Journal of Arboriculture**, v. 24, n. 4, p. 235-244, 1998.

YANG, G.; GE, Y.; XUE, H.; YANG, W.; SHI, Y.; PENG, C.; DU, Y.; FAN, X.; REN, Y.; CHANG, J. Using ecosystem service bundles to detect trade-offs and synergies across urban–rural complexes. **Landscape and Urban Planning**, v. 136, p. 110-121, 2015. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.12.006

YAO, L.; CHEN, L. D.; WEI, Z. T.; SUN, R. Potential reduction in urban runoff by green spaces in Beijing: A scenario analysis. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 14, n. 2, p. 300-308, 2015. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.02.014

YOUNES-IBRAHIM, S.; PINHEIRO, M. A.; PARDO, C. R. Testemunho de sobreviventes ao desastre de 2011 em Petrópolis: Abordagem psicossocial em um campo ferido. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v. 19, n. 2, p. 366-386, 2019. https://doi.org/10.12957/epp.2019.44279

YOUSSEF, A. M.; PRADHAN, B.; HASSAN, A. M. Flash flood risk estimation along the St. Katherine Road, Southern Sinai, Egypt using GIS based morphometry and satellite imagery. **Environmental Earth Sciences**, v. 62, p. 611-623, 2011. https://doi.org/10.1007/s12665-010-0551-1

ZHANG, L.; OYAJE, Y.; MORIMOTO, Y.; NIWA, H.; SHIBATA, S. Flood mitigation function of rain gardens for management of urban storm runoff in Japan. **Landscape and Ecological Engineering**, v. 16, p. 223-232, 2020. https://doi.org/10.1007/s11355-020-00409-8

ZHANG, L.; PODLASLY, C.; FEGER, K. H.; WANG, Y.; SCHWÄRZEL, K. Different land management measures and climate change impacts on the discharge: A simple empirical method derived in a mesoscale catchment on the Loess Plateau. **Journal of Arid Environment**, v. 120, p. 42-50, 2015. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.04.005

ZHANG, Y. K.; SCHILLING, K. E. Increasing streamflow and baseflow in Mississippi River since the 1940s: Effect of land use change. **Journal of Hydrology**, v. 324, n. 1-4, p. 412-422, 2006. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.09.033

ZOU, Q.; ZHOU, J.; ZHOU, C.; SONG, L.; GUO, J. Comprehensive flood risk assessment based on set pair analysis-variable fuzzy sets model and fuzzy AHP. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 27, p. 525-546, 2013. https://doi.org/10.1007/s00477-012-0598-5

ZWIENER, V. P.; PADIAL, A. A.; MARQUES, M. C. M.; FALEIRO, F. V.; LOYOLA, R.; PETERSON, A. T. Planning for conservation and restoration under climate and land use change in the Brazilian Atlantic Forest. **Diversity and Distributions**, v. 23, n. 8, p. 955-966, 2017. https://doi.org/10.1111/ddi.12588

APÊNDICE 1 – LISTA DOS 3.027 MUNICÍPIOS DO BIOMA MATA ATLÂNTICA CONSIDERADOS NESTE ESTUDO

Anadia, AL	Pindoba, AL	Boa Nova, BA
Arapiraca, AL	Porto Calvo, AL	Brejões, BA
Atalaia, AL	Porto De Pedras, AL	Buerarema, BA
Barra De Santo Antônio, AL	Porto Real Do Colégio, AL	Caatiba, BA
Barra De São Miguel, AL	Quebrangulo, AL	Cabaceiras Do Paraguaçu, BA
Belém, AL	Rio Largo, AL	Cachoeira, BA
Boca Da Mata, AL	Roteiro, AL	Cairu, BA
Branquinha, AL	Santa Luzia Do Norte, AL	Camacan, BA
Cajueiro, AL	Santana Do Mundaú, AL	Camaçari, BA
Campestre, AL	São Brás, AL	Camamu, BA
Campo Alegre, AL	São José Da Laje, AL	Canavieiras, BA
Capela, AL	São Luís Do Quitunde, AL	Candeal, BA
Chã Preta, AL	São Miguel Dos Campos, AL	Candeias, BA
Colônia Leopoldina, AL	São Miguel Dos Milagres, AL	Cândido Sales, BA
Coqueiro Seco, AL	São Sebastião, AL	Caravelas, BA
Coruripe, AL	Satuba, AL	Cardeal Da Silva, BA
Feira Grande, AL	Tanque D'Arca, AL	Castro Alves, BA
Feliz Deserto, AL	Taquarana, AL	Catu, BA
Flexeiras, AL	Teotônio Vilela, AL	Coaraci, BA
Ibateguara, AL	União Dos Palmares, AL	Conceição Da Feira, BA
Igreja Nova, AL	Viçosa, AL	Conceição Do Almeida, BA
Jacuípe, AL	Acajutiba, BA	Conceição Do Jacuípe, BA
Japaratinga, AL	Água Fria, BA	Conde, BA
Jequiá Da Praia, AL	Aiquara, BA	Coração De Maria, BA
Joaquim Gomes, AL	Alagoinhas, BA	Cravolândia, BA
Jundiá, AL	Alcobaça, BA	Cruz Das Almas, BA
Junqueiro, AL	Almadina, BA	Dário Meira, BA
Limoeiro De Anadia, AL	Amargosa, BA	Dias D'Ávila, BA
Maceió, AL	Amélia Rodrigues, BA	Dom Macedo Costa, BA
Mar Vermelho, AL	Anagé, BA	Elísio Medrado, BA
Maragogi, AL	Anguera, BA	Encruzilhada, BA
Marechal Deodoro, AL	Antônio Cardoso, BA	Entre Rios, BA
Maribondo, AL	Aporá, BA	Esplanada, BA
Matriz De Camaragibe, AL	Apuarema, BA	Eunápolis, BA
Messias, AL	Araças, BA	Feira De Santana, BA
Murici, AL	Aramari, BA	Firmino Alves, BA
Novo Lino, AL	Arataca, BA	Floresta Azul, BA
Palmeira Dos Índios, AL	Aratuípe, BA	Gandu, BA
Paripueira, AL	Aurelino Leal, BA	Gongogi, BA
Passo De Camaragibe, AL	Barra Do Choça, BA	Governador Mangabeira, BA
Paulo Jacinto, AL	Barra Do Rocha, BA	Guaratinga, BA
Penedo, AL	Barro Preto, BA	Ibicaraí, BA
Piaçabuçu, AL	Belmonte, BA	Ibicuí, BA

Pilar, AL	Belo Campo, BA	Ibirapitanga, BA
Ibirapuã, BA	Manoel Vitorino, BA	São Gonçalo Dos Campos, BA
Ibirataia, BA	Maracás, BA	São José Da Vitória, BA
Igrapiúna, BA	Maragogipe, BA	São Miguel Das Matas, BA
Iguaí, BA	Maraú, BA	São Sebastião Do Passé, BA
Ilhéus, BA	Mascote, BA	Sapeaçu, BA
Inhambupe, BA	Mata De São João, BA	Saubara, BA
Ipecaetá, BA	Medeiros Neto, BA	Serra Preta, BA
Ipiaú, BA	Milagres, BA	Simões Filho, BA
Irajuba, BA	Mucuri, BA	Tanquinho, BA
Irará, BA	Muniz Ferreira, BA	Taperoá, BA
Itabela, BA	Muritiba, BA	Teixeira De Freitas, BA
Itabuna, BA	Mutuípe, BA	Teodoro Sampaio, BA
Itacaré, BA	Nazaré, BA	Teolândia, BA
Itagi, BA	Nilo Peçanha, BA	Terra Nova, BA
Itagibá, BA	Nova Canaã, BA	Tremedal, BA
Itagimirim, BA	Nova Ibiá, BA	Ubaíra, BA
Itaju Do Colônia, BA	Nova Itarana, BA	Ubaitaba, BA
Itajuípe, BA	Nova Viçosa, BA	Ubatã, BA
Itamaraju, BA	Ouriçangas, BA	Una, BA
Itamari, BA	Pau Brasil, BA	Uruçuca, BA
Itambé, BA	Pedrão, BA	Valença, BA
Itanagra, BA	Piraí Do Norte, BA	Varzedo, BA
Itanhém, BA	Piripá, BA	Vera Cruz, BA
Itaparica, BA	Planaltino, BA	Vereda, BA
Itapé, BA	Planalto, BA	Vitória Da Conquista, BA
Itapebi, BA	Poções, BA	Wenceslau Guimarães, BA
Itapetinga, BA	Pojuca, BA	Afonso Cláudio, ES
Itapitanga, BA	Porto Seguro, BA	Água Doce Do Norte, ES
Itaquara, BA	Potiraguá, BA	Águia Branca, ES
Itarantim, BA	Prado, BA	Alegre, ES
Itiruçu, BA	Presidente Tancredo Neves, BA	Alfredo Chaves, ES
Itororó, BA	Rafael Jambeiro, BA	Alto Rio Novo, ES
Ituberá, BA	Riachão Do Jacuípe, BA	Anchieta, ES
Jaguaquara, BA	Ribeirão Do Largo, BA	Apiacá, ES
Jaguaripe, BA	Rio Real, BA	Aracruz, ES
Jandaíra, BA	Salinas Da Margarida, BA	Atilio Vivacqua, ES
Jequié, BA	Salvador, BA	Baixo Guandu, ES
Jiquiriçá, BA	Santa Bárbara, BA	Barra De São Francisco, ES
Jitaúna, BA	Santa Cruz Cabrália, BA	Boa Esperança, ES
Jucuruçu, BA	Santa Cruz Da Vitória, BA	Bom Jesus Do Norte, ES
Jussari, BA	Santa Inês, BA	Brejetuba, ES
Lafaiete Coutinho, BA	Santa Luzia, BA	Cachoeiro De Itapemirim, ES
Laje, BA	Santo Amaro, BA	Cariacica, ES
Lajedão, BA	Santo Antônio De Jesus, BA	Castelo, ES
Lajedo Do Tabocal, BA	Santo Estêvão, BA	Colatina, ES
Lauro De Freitas, BA	São Felipe, BA	Conceição Da Barra, ES

Macarani, BA	São Félix, BA	Conceição Do Castelo, ES
Madre De Deus, BA	São Francisco Do Conde, BA	Divino De São Lourenço, ES
Domingos Martins, ES	Sooretama, ES	Alto Rio Doce, MG
Dores Do Rio Preto, ES	Vargem Alta, ES	Alvarenga, MG
Ecoporanga, ES	Venda Nova Do Imigrante, ES	Alvinópolis, MG
Fundão, ES	Viana, ES	Alvorada De Minas, MG
Governador Lindenberg, ES	Vila Pavão, ES	Amparo Do Serra, MG
Guaçuí, ES	Vila Valério, ES	Andradas, MG
Guarapari, ES	Vila Velha, ES	Andrelândia, MG
Ibatiba, ES	Vitória, ES	Angelândia, MG
Ibiraçu, ES	Água Limpa, GO	Antônio Carlos, MG
Ibitirama, ES	Buriti Alegre, GO	Antônio Dias, MG
Iconha, ES	Cachoeira Alta, GO	Antônio Prado De Minas, MG
Irupi, ES	Cachoeira Dourada, GO	Aracitaba, MG
Itaguaçu, ES	Caçu, GO	Araçuaí, MG
Itapemirim, ES	Caldas Novas, GO	Araguari, MG
Itarana, ES	Corumbaíba, GO	Arantina, MG
Iúna, ES	Cumari, GO	Araponga, MG
Jaguaré, ES	Gouvelândia, GO	Araporã, MG
Jerônimo Monteiro, ES	Inaciolândia, GO	Arceburgo, MG
João Neiva, ES	Itajá, GO	Arcos, MG
Laranja Da Terra, ES	Itarumã, GO	Areado, MG
Linhares, ES	Itumbiara, GO	Argirita, MG
Mantenópolis, ES	Marzagão, GO	Aricanduva, MG
Marataízes, ES	Morrinhos, GO	Astolfo Dutra, MG
Marechal Floriano, ES	Paranaiguara, GO	Ataléia, MG
Marilândia, ES	Quirinópolis, GO	Baependi, MG
Mimoso Do Sul, ES	Rio Quente, GO	Bandeira, MG
Montanha, ES	São Simão, GO	Bandeira Do Sul, MG
Mucurici, ES	Abre Campo, MG	Barão De Cocais, MG
Muniz Freire, ES	Acaiaca, MG	Barão De Monte Alto, MG
Muqui, ES	Açucena, MG	Barbacena, MG
Nova Venécia, ES	Água Boa, MG	Barra Longa, MG
Pancas, ES	Água Comprida, MG	Barroso, MG
Pedro Canário, ES	Aguanil, MG	Bela Vista De Minas, MG
Pinheiros, ES	Águas Formosas, MG	Belmiro Braga, MG
Piúma, ES	Águas Vermelhas, MG	Belo Horizonte, MG
Ponto Belo, ES	Aimorés, MG	Belo Oriente, MG
Presidente Kennedy, ES	Aiuruoca, MG	Belo Vale, MG
Rio Bananal, ES	Alagoa, MG	Berizal, MG
Rio Novo Do Sul, ES	Albertina, MG	Bertópolis, MG
Santa Leopoldina, ES	Além Paraíba, MG	Betim, MG
Santa Maria De Jetibá, ES	Alfenas, MG	Bias Fortes, MG
Santa Teresa, ES	Alfredo Vasconcelos, MG	Bicas, MG
São Domingos Do Norte, ES	Almenara, MG	Boa Esperança, MG
São Gabriel Da Palha, ES	Alpercata, MG	Bocaina De Minas, MG
São José Do Calçado, ES	Alpinópolis, MG	Bom Jardim De Minas, MG

São Mateus, ES	Alterosa, MG	Bom Jesus Da Penha, MG
São Roque Do Canaã, ES	Alto Caparaó, MG	Bom Jesus Do Amparo, MG
Serra, ES	Alto Jequitibá, MG	Bom Jesus Do Galho, MG
Bom Repouso, MG	Careaçu, MG	Contagem, MG
Bom Sucesso, MG	Carlos Chagas, MG	Coqueiral, MG
Bonfim, MG	Carmésia, MG	Cordislândia, MG
Borda Da Mata, MG	Carmo Da Cachoeira, MG	Coroaci, MG
Botelhos, MG	Carmo Da Mata, MG	Coronel Fabriciano, MG
Brás Pires, MG	Carmo De Minas, MG	Coronel Murta, MG
Braúnas, MG	Carmo Do Cajuru, MG	Coronel Pacheco, MG
Brazópolis, MG	Carmo Do Rio Claro, MG	Coronel Xavier Chaves, MG
Brumadinho, MG	Carmópolis De Minas, MG	Córrego Do Bom Jesus, MG
Bueno Brandão, MG	Carneirinho, MG	Córrego Fundo, MG
Bugre, MG	Carrancas, MG	Córrego Novo, MG
Cabo Verde, MG	Carvalhópolis, MG	Couto De Magalhães De Minas, MG
Cachoeira De Minas, MG	Carvalhos, MG	Crisólita, MG
Cachoeira De Pajeú, MG	Casa Grande, MG	Cristais, MG
Cachoeira Dourada, MG	Cássia, MG	Cristiano Otoni, MG
Caeté, MG	Cataguases, MG	Cristina, MG
Caiana, MG	Catas Altas, MG	Crucilândia, MG
Cajuri, MG	Catas Altas Da Noruega, MG	Cruzília, MG
Caldas, MG	Catuji, MG	Cuparaque, MG
Camacho, MG	Caxambu, MG	Curral De Dentro, MG
Camanducaia, MG	Central De Minas, MG	Datas, MG
Cambuí, MG	Centralina, MG	Delfim Moreira, MG
Cambuquira, MG	Chácara, MG	Delta, MG
Campanário, MG	Chalé, MG	Descoberto, MG
Campanha, MG	Chapada Do Norte, MG	Desterro De Entre Rios, MG
Campestre, MG	Chiador, MG	Desterro Do Melo, MG
Campina Verde, MG	Cipotânea, MG	Diogo De Vasconcelos, MG
Campo Belo, MG	Claraval, MG	Dionísio, MG
Campo Do Meio, MG	Cláudio, MG	Divinésia, MG
Campo Florido, MG	Coimbra, MG	Divino, MG
Campos Gerais, MG	Coluna, MG	Divino Das Laranjeiras, MG
Cana Verde, MG	Comercinho, MG	Divinolândia De Minas, MG
Canaã, MG	Conceição Da Aparecida, MG	Divinópolis, MG
Canápolis, MG	Conceição Da Barra De Minas, MG	Divisa Alegre, MG
Candeias, MG	Conceição Das Alagoas, MG	Divisa Nova, MG
Cantagalo, MG	Conceição Das Pedras, MG	Divisópolis, MG
Caparaó, MG	Conceição De Ipanema, MG	Dom Cavati, MG
Capela Nova, MG	Conceição Do Mato Dentro, MG	Dom Joaquim, MG
Capelinha, MG	Conceição Do Pará, MG	Dom Silvério, MG
Capetinga, MG	Conceição Do Rio Verde, MG	Dom Viçoso, MG
Capinópolis, MG	Conceição Dos Ouros, MG	Dona Eusébia, MG
Capitão Andrade, MG	Congonhal, MG	Dores De Campos, MG
Caputira, MG	Congonhas, MG	Dores De Guanhães, MG
Caraí, MG	Congonhas Do Norte, MG	Dores Do Turvo, MG

Caranaíba, MG	Conquista, MG	Durandé, MG
Carandaí, MG	Conselheiro Lafaiete, MG	Elói Mendes, MG
Carangola, MG	Conselheiro Pena, MG	Engenheiro Caldas, MG
Caratinga, MG	Consolação, MG	Entre Folhas, MG
Entre Rios De Minas, MG	Ibirité, MG	Jampruca, MG
Ervália, MG	Ibitiúra De Minas, MG	Japaraíba, MG
Esmeraldas, MG	Ibituruna, MG	Jeceaba, MG
Espera Feliz, MG	Igarapé, MG	Jenipapo De Minas, MG
Espírito Santo Do Dourado, MG	Igaratinga, MG	Jequeri, MG
Estiva, MG	Ijaci, MG	Jequitinhonha, MG
Estrela Dalva, MG	Imbé De Minas, MG	Jesuânia, MG
Eugenópolis, MG	Inconfidentes, MG	Joaíma, MG
Ewbank Da Câmara, MG	Indaiabira, MG	Joanésia, MG
Extrema, MG	Ingaí, MG	João Monlevade, MG
Fama, MG	Inhapim, MG	Jordânia, MG
Faria Lemos, MG	Ipaba, MG	José Raydan, MG
Felício Dos Santos, MG	Ipanema, MG	Juatuba, MG
Felisburgo, MG	Ipatinga, MG	Juiz De Fora, MG
Fernandes Tourinho, MG	Ipiaçu, MG	Juruaia, MG
Ferros, MG	Ipuiúna, MG	Ladainha, MG
Fervedouro, MG	Itabira, MG	Lagoa Da Prata, MG
Florestal, MG	Itabirinha, MG	Lagoa Dourada, MG
Formiga, MG	Itabirito, MG	Lajinha, MG
Fortaleza De Minas, MG	Itaguara, MG	Lambari, MG
Francisco Badaró, MG	Itaipé, MG	Lamim, MG
Franciscópolis, MG	Itajubá, MG	Laranjal, MG
Frei Gaspar, MG	Itamarandiba, MG	Lavras, MG
Frei Inocêncio, MG	Itamarati De Minas, MG	Leandro Ferreira, MG
Frei Lagonegro, MG	Itambacuri, MG	Leopoldina, MG
Fronteira, MG	Itambé Do Mato Dentro, MG	Liberdade, MG
Fronteira Dos Vales, MG	Itamogi, MG	Lima Duarte, MG
Fruta De Leite, MG	Itamonte, MG	Limeira Do Oeste, MG
Frutal, MG	Itanhandu, MG	Luisburgo, MG
Galiléia, MG	Itanhomi, MG	Luminárias, MG
Goiabeira, MG	Itaobim, MG	Machacalis, MG
Goianá, MG	Itapagipe, MG	Machado, MG
Gonçalves, MG	Itapecerica, MG	Madre De Deus De Minas, MG
Gonzaga, MG	Itapeva, MG	Malacacheta, MG
Governador Valadares, MG	Itatiaiuçu, MG	Manhuaçu, MG
Guanhães, MG	Itaú De Minas, MG	Manhumirim, MG
Guaraciaba, MG	Itaúna, MG	Mantena, MG
Guaranésia, MG	Itaverava, MG	Mar De Espanha, MG
Guarani, MG	Itinga, MG	Maravilhas, MG
Guarará, MG	Itueta, MG	Maria Da Fé, MG
Guaxupé, MG	Ituiutaba, MG	Mariana, MG
Guidoval, MG	Itumirim, MG	Marilac, MG
Guiricema, MG	Iturama, MG	Mário Campos, MG

Gurinhatã, MG	Itutinga, MG	Mário Campos, MG
Heliodora, MG	Jacinto, MG	Maripá De Minas, MG
Iapu, MG	Jacuí, MG	Marliéria, MG
Ibertioga, MG	Jacutinga, MG	Marmelópolis, MG
Ibiraci, MG	Jaguaraçu, MG	Martins Soares, MG
Mata Verde, MG	Orizânia, MG	Piraúba, MG
Materlândia, MG	Ouro Branco, MG	Pitangui, MG
Mateus Leme, MG	Ouro Fino, MG	Planura, MG
Mathias Lobato, MG	Ouro Preto, MG	Poço Fundo, MG
Matias Barbosa, MG	Ouro Verde De Minas, MG	Poços De Caldas, MG
Matipó, MG	Padre Paraíso, MG	Pocrane, MG
Medina, MG	Paiva, MG	Ponte Nova, MG
Mendes Pimentel, MG	Palma, MG	Ponto Dos Volantes, MG
Mercês, MG	Palmópolis, MG	Porto Firme, MG
Mesquita, MG	Papagaios, MG	Poté, MG
Minas Novas, MG	Pará De Minas, MG	Pouso Alegre, MG
Minduri, MG	Paraguaçu, MG	Pouso Alto, MG
Miradouro, MG	Paraisópolis, MG	Prados, MG
Miraí, MG	Passa Quatro, MG	Pratápolis, MG
Moeda, MG	Passa Tempo, MG	Presidente Bernardes, MG
Monsenhor Paulo, MG	Passabém, MG	Presidente Kubitschek, MG
Monte Alegre De Minas, MG	Passa-Vinte, MG	Queluzito, MG
Monte Belo, MG	Passos, MG	Raposos, MG
Monte Formoso, MG	Patrocínio Do Muriaé, MG	Raul Soares, MG
Monte Santo De Minas, MG	Paula Cândido, MG	Recreio, MG
Monte Sião, MG	Paulistas, MG	Reduto, MG
Morro Do Pilar, MG	Pavão, MG	Resende Costa, MG
Munhoz, MG	Peçanha, MG	Resplendor, MG
Muriaé, MG	Pedra Azul, MG	Ressaquinha, MG
Mutum, MG	Pedra Bonita, MG	Ribeirão Vermelho, MG
Muzambinho, MG	Pedra Do Anta, MG	Rio Acima, MG
Nacip Raydan, MG	Pedra Do Indaiá, MG	Rio Casca, MG
Nanuque, MG	Pedra Dourada, MG	Rio Do Prado, MG
Naque, MG	Pedralva, MG	Rio Doce, MG
Natércia, MG	Pedro Teixeira, MG	Rio Espera, MG
Nazareno, MG	Pequeri, MG	Rio Manso, MG
Nepomuceno, MG	Pequi, MG	Rio Novo, MG
Ninheira, MG	Perdigão, MG	Rio Piracicaba, MG
Nova Belém, MG	Perdões, MG	Rio Pomba, MG
Nova Era, MG	Periquito, MG	Rio Preto, MG
Nova Lima, MG	Pescador, MG	Rio Vermelho, MG
Nova Módica, MG	Piau, MG	Ritápolis, MG
Nova Resende, MG	Piedade De Caratinga, MG	Rochedo De Minas, MG
Nova União, MG	Piedade De Ponte Nova, MG	Rodeiro, MG
Novo Cruzeiro, MG	Piedade Do Rio Grande, MG	Rosário Da Limeira, MG
Novo Oriente De Minas, MG	Piedade Dos Gerais, MG	Rubelita, MG
Novorizonte, MG	Pingo-D'Água, MG	Rubim, MG

Olaria, MG	Piracema, MG	Sabará, MG
Olímpio Noronha, MG	Pirajuba, MG	Sabinópolis, MG
Oliveira, MG	Piranga, MG	Sacramento, MG
Oliveira Fortes, MG	Piranguçu, MG	Salinas, MG
Onça De Pitangui, MG	Piranguinho, MG	Salto Da Divisa, MG
Oratórios, MG	Pirapetinga, MG	Santa Bárbara, MG
Santa Bárbara Do Leste, MG	São Gonçalo Do Rio Abaixo, MG	Seritinga, MG
Santa Bárbara Do Monte Verde, MG	São Gonçalo Do Sapucaí, MG	Serra Azul De Minas, MG
Santa Bárbara Do Tugúrio, MG	São João Da Mata, MG	Serra Dos Aimorés, MG
Santa Cruz De Minas, MG	São João Del Rei, MG	Serrania, MG
Santa Cruz De Salinas, MG	São João Do Manhuaçu, MG	Serranos, MG
Santa Cruz Do Escalvado, MG	São João Do Manteninha, MG	Serro, MG
Santa Efigênia De Minas, MG	São João Do Oriente, MG	Setubinha, MG
Santa Helena De Minas, MG	São João Do Paraíso, MG	Silveirânia, MG
Santa Luzia, MG	São João Evangelista, MG	Silvianópolis, MG
Santa Margarida, MG	São João Nepomuceno, MG	Simão Pereira, MG
Santa Maria De Itabira, MG	São Joaquim De Bicas, MG	Simonésia, MG
Santa Maria Do Salto, MG	São José Da Safira, MG	Sobrália, MG
Santa Maria Do Suaçuí, MG	São José Da Varginha, MG	Soledade De Minas, MG
Santa Rita De Caldas, MG	São José Do Alegre, MG	Tabuleiro, MG
Santa Rita De Ibitipoca, MG	São José Do Divino, MG	Taiobeiras, MG
Santa Rita De Jacutinga, MG	São José Do Goiabal, MG	Taparuba, MG
Santa Rita De Minas, MG	São José Do Jacuri, MG	Taquaraçu De Minas, MG
Santa Rita Do Itueto, MG	São José Do Mantimento, MG	Tarumirim, MG
Santa Rita Do Sapucaí, MG	São Lourenço, MG	Teixeiras, MG
Santa Vitória, MG	São Miguel Do Anta, MG	Teófilo Otoni, MG
Santana Da Vargem, MG	São Pedro Da União, MG	Timóteo, MG
Santana De Cataguases, MG	São Pedro Do Suaçuí, MG	Tiradentes, MG
Santana Do Deserto, MG	São Pedro Dos Ferros, MG	Tocantins, MG
Santana Do Garambéu, MG	São Sebastião Da Bela Vista, MG	Tocos Do Moji, MG
Santana Do Jacaré, MG	São Sebastião Da Vargem Alegre, MG	Toledo, MG
Santana Do Manhuaçu, MG	São Sebastião Do Anta, MG	Tombos, MG
Santana Do Paraíso, MG	São Sebastião Do Maranhão, MG	Três Corações, MG
Santana Do Riacho, MG	São Sebastião Do Oeste, MG	Três Pontas, MG
Santana Dos Montes, MG	São Sebastião Do Paraíso, MG	Tumiritinga, MG
Santo Antônio Do Amparo, MG	São Sebastião Do Rio Preto, MG	Tupaciguara, MG
Santo Antônio Do Aventureiro, MG	São Sebastião Do Rio Verde, MG	Turvolândia, MG
Santo Antônio Do Grama, MG	São Thomé Das Letras, MG	Ubá, MG
Santo Antônio Do Itambé, MG	São Tiago, MG	Ubaporanga, MG
Santo Antônio Do Jacinto, MG	São Tomás De Aquino, MG	Uberaba, MG
Santo Antônio Do Monte, MG	São Vicente De Minas, MG	Uberlândia, MG
Santo Antônio Do Rio Abaixo, MG	Sapucaí-Mirim, MG	Umburatiba, MG
Santos Dumont, MG	Sardoá, MG	Urucânia, MG
São Bento Abade, MG	Sarzedo, MG	Vargem Alegre, MG
São Brás Do Suaçuí, MG	Sem-Peixe, MG	Varginha, MG
São Domingos Das Dores, MG	Senador Amaral, MG	Veríssimo, MG
São Domingos Do Prata, MG	Senador Cortes, MG	Vermelho Novo, MG

São Félix De Minas, MG	Senador Firmino, MG	Viçosa, MG
São Francisco De Paula, MG	Senador José Bento, MG	Vieiras, MG
São Francisco De Sales, MG	Senador Modestino Gonçalves, MG	Virgem Da Lapa, MG
São Francisco Do Glória, MG	Senhora De Oliveira, MG	Virgínia, MG
São Geraldo, MG	Senhora Do Porto, MG	Virginópolis, MG
São Geraldo Da Piedade, MG	Senhora Dos Remédios, MG	Virgolândia, MG
São Geraldo Do Baixio, MG	Sericita, MG	Visconde Do Rio Branco, MG
Volta Grande, MG	Capim, PB	Chã Grande, PE
Wenceslau Braz, MG	Conde, PB	Condado, PE
Amambai, MS	Cruz Do Espírito Santo, PB	Correntes, PE
Anaurilândia, MS	Cuité De Mamanguape, PB	Cortês, PE
Angélica, MS	Itabaiana, PB	Cupira, PE
Aparecida Do Taboado, MS	Itapororoca, PB	Escada, PE
Aral Moreira, MS	Jacaraú, PB	Feira Nova, PE
Bataguassu, MS	João Pessoa, PB	Ferreiros, PE
Batayporã, MS	Juripiranga, PB	Gameleira, PE
Brasilândia, MS	Lucena, PB	Garanhuns, PE
Caarapó, MS	Mamanguape, PB	Glória Do Goitá, PE
Coronel Sapucaia, MS	Marcação, PB	Goiana, PE
Deodápolis, MS	Mari, PB	Gravatá, PE
Douradina, MS	Mataraca, PB	Igarassu, PE
Dourados, MS	Natuba, PB	Ilha De Itamaracá, PE
Eldorado, MS	Pedras De Fogo, PB	Ipojuca, PE
Fátima Do Sul, MS	Pilar, PB	Itambé, PE
Fátima Do Sul, MS	Pitimbu, PB	Itapissuma, PE
Glória De Dourados, MS	Rio Tinto, PB	Itaquitinga, PE
Iguatemi, MS	Salgado De São Félix, PB	Jaboatão Dos Guararapes, PE
Itaporã, MS	Santa Rita, PB	Jaqueira, PE
Itaquiraí, MS	São Miguel De Taipu, PB	Joaquim Nabuco, PE
Ivinhema, MS	Sapé, PB	Jurema, PE
Japorã, MS	Abreu E Lima, PE	Lagoa De Itaenga, PE
Jateí, MS	Agrestina, PE	Lagoa Do Carro, PE
Juti, MS	Água Preta, PE	Lagoa Do Ouro, PE
Laguna Carapã, MS	Aliança, PE	Lagoa Dos Gatos, PE
Maracaju, MS	Altinho, PE	Limoeiro, PE
Mundo Novo, MS	Amaraji, PE	Macaparana, PE
Naviraí, MS	Angelim, PE	Maraial, PE
Nova Alvorada Do Sul, MS	Araçoiaba, PE	Moreno, PE
Nova Andradina, MS	Barra De Guabiraba, PE	Nazaré Da Mata, PE
Novo Horizonte Do Sul, MS	Barreiros, PE	Olinda, PE
Paranaíba, MS	Belém De Maria, PE	Palmares, PE
Paranhos, MS	Bezerros, PE	Palmeirina, PE
Rio Brilhante, MS	Bom Conselho, PE	Panelas, PE
Santa Rita Do Pardo, MS	Bonito, PE	Passira, PE
Selvíria, MS	Brejão, PE	Paudalho, PE
Sete Quedas, MS	Buenos Aires, PE	Paulista, PE
Tacuru, MS	Cabo De Santo Agostinho, PE	Pombos, PE

Taquarussu, MS	Camaragibe, PE	Primavera, PE
Três Lagoas, MS	Camocim De São Félix, PE	Quipapá, PE
Vicentina, MS	Camutanga, PE	Recife, PE
Alhandra, PB	Canhotinho, PE	Ribeirão, PE
Baía Da Traição, PB	Carpina, PE	Rio Formoso, PE
Bayeux, PB	Caruaru, PE	Sairé, PE
Caaporã, PB	Catende, PE	Saloá, PE
Cabedelo, PB	Chã De Alegria, PE	São Benedito Do Sul, PE
São João, PE	Bituruna, PR	Contenda, PR
São Joaquim Do Monte, PE	Boa Esperança, PR	Corbélia, PR
São José Da Coroa Grande, PE	Boa Esperança Do Iguaçu, PR	Cornélio Procópio, PR
São Lourenço Da Mata, PE	Boa Ventura De São Roque, PR	Coronel Domingos Soares, PR
São Vicente Ferrer, PE	Boa Vista Da Aparecida, PR	Coronel Vivida, PR
Sirinhaém, PE	Bocaiúva Do Sul, PR	Corumbataí Do Sul, PR
Tamandaré, PE	Bom Jesus Do Sul, PR	Cruz Machado, PR
Terezinha, PE	Bom Sucesso, PR	Cruzeiro Do Iguaçu, PR
Timbaúba, PE	Bom Sucesso Do Sul, PR	Cruzeiro Do Oeste, PR
Tracunhaém, PE	Borrazópolis, PR	Cruzeiro Do Sul, PR
Vicência, PE	Braganey, PR	Cruzmaltina, PR
Vitória De Santo Antão, PE	Brasilândia Do Sul, PR	Curitiba, PR
Xexéu, PE	Cafeara, PR	Curiúva, PR
Abatiá, PR	Cafelândia, PR	Diamante Do Norte, PR
Adrianópolis, PR	Cafezal Do Sul, PR	Diamante Do Sul, PR
Agudos Do Sul, PR	Califórnia, PR	Diamante D'Oeste, PR
Almirante Tamandaré, PR	Cambará, PR	Dois Vizinhos, PR
Altamira Do Paraná, PR	Cambé, PR	Douradina, PR
Alto Paraíso, PR	Cambira, PR	Doutor Camargo, PR
Alto Paraná, PR	Campina Da Lagoa, PR	Doutor Ulysses, PR
Alto Piquiri, PR	Campina Do Simão, PR	Enéas Marques, PR
Altônia, PR	Campina Grande Do Sul, PR	Engenheiro Beltrão, PR
Alvorada Do Sul, PR	Campo Bonito, PR	Entre Rios Do Oeste, PR
Amaporã, PR	Campo Do Tenente, PR	Esperança Nova, PR
Ampére, PR	Campo Largo, PR	Espigão Alto Do Iguaçu, PR
Anahy, PR	Campo Magro, PR	Farol, PR
Andirá, PR	Campo Mourão, PR	Faxinal, PR
Ângulo, PR	Cândido De Abreu, PR	Fazenda Rio Grande, PR
Antonina, PR	Candói, PR	Fênix, PR
Antônio Olinto, PR	Cantagalo, PR	Fernandes Pinheiro, PR
Apucarana, PR	Capanema, PR	Figueira, PR
Arapongas, PR	Capitão Leônidas Marques, PR	Flor Da Serra Do Sul, PR
Arapoti, PR	Carambeí, PR	Floraí, PR
Arapuã, PR	Carlópolis, PR	Floresta, PR
Araruna, PR	Cascavel, PR	Florestópolis, PR
Araucária, PR	Castro, PR	Flórida, PR
Ariranha Do Ivaí, PR	Catanduvas, PR	Formosa Do Oeste, PR
Assaí, PR	Centenário Do Sul, PR	Foz Do Iguaçu, PR
Assis Chateaubriand, PR	Cerro Azul, PR	Foz Do Jordão, PR

Astorga, PR	Céu Azul, PR	Francisco Alves, PR
Atalaia, PR	Chopinzinho, PR	Francisco Beltrão, PR
Balsa Nova, PR	Cianorte, PR	General Carneiro, PR
Bandeirantes, PR	Cidade Gaúcha, PR	Godoy Moreira, PR
Barbosa Ferraz, PR	Clevelândia, PR	Goioerê, PR
Barra Do Jacaré, PR	Colombo, PR	Goioxim, PR
Barracão, PR	Colorado, PR	Grandes Rios, PR
Bela Vista Da Caroba, PR	Congonhinhas, PR	Guaíra, PR
Bela Vista Do Paraíso, PR	Conselheiro Mairinck, PR	Guairaçá, PR
Guamiranga, PR	Joaquim Távora, PR	Munhoz De Melo, PR
Guapirama, PR	Jundiaí Do Sul, PR	Nossa Senhora Das Graças, PR
Guaporema, PR	Juranda, PR	Nova Aliança Do Ivaí, PR
Guaraci, PR	Jussara, PR	Nova América Da Colina, PR
Guaraniaçu, PR	Kaloré, PR	Nova Aurora, PR
Guarapuava, PR	Lapa, PR	Nova Cantu, PR
Guaraqueçaba, PR	Laranjal, PR	Nova Esperança, PR
Guaratuba, PR	Laranjeiras Do Sul, PR	Nova Esperança Do Sudoeste, PR
Honório Serpa, PR	Leópolis, PR	Nova Fátima, PR
Ibaiti, PR	Lidianópolis, PR	Nova Laranjeiras, PR
Ibema, PR	Lindoeste, PR	Nova Londrina, PR
Ibiporã, PR	Loanda, PR	Nova Olímpia, PR
Icaraíma, PR	Lobato, PR	Nova Prata Do Iguaçu, PR
Iguaraçu, PR	Londrina, PR	Nova Santa Bárbara, PR
Iguatu, PR	Luiziana, PR	Nova Santa Rosa, PR
Imbaú, PR	Lunardelli, PR	Nova Tebas, PR
Imbituva, PR	Lupionópolis, PR	Novo Itacolomi, PR
Inácio Martins, PR	Mallet, PR	Ortigueira, PR
Inajá, PR	Mamborê, PR	Ourizona, PR
Indianópolis, PR	Mandaguaçu, PR	Ouro Verde Do Oeste, PR
Ipiranga, PR	Mandaguari, PR	Paiçandu, PR
Iporã, PR	Mandirituba, PR	Palmas, PR
Iracema Do Oeste, PR	Manfrinópolis, PR	Palmeira, PR
Irati, PR	Mangueirinha, PR	Palmital, PR
Iretama, PR	Manoel Ribas, PR	Palotina, PR
Itaguajé, PR	Marechal Cândido Rondon, PR	Paraíso Do Norte, PR
Itaipulândia, PR	Maria Helena, PR	Paranacity, PR
Itambaracá, PR	Marialva, PR	Paranaguá, PR
Itambé, PR	Marilândia Do Sul, PR	Paranapoema, PR
Itapejara D'Oeste, PR	Marilena, PR	Paranavaí, PR
Itaperuçu, PR	Mariluz, PR	Pato Bragado, PR
Itaúna Do Sul, PR	Maringá, PR	Pato Branco, PR
Ivaí, PR	Mariópolis, PR	Paula Freitas, PR
Ivaiporã, PR	Maripá, PR	Paulo Frontin, PR
Ivaté, PR	Marmeleiro, PR	Peabiru, PR
Ivatuba, PR	Marquinho, PR	Perobal, PR
Jaboti, PR	Marumbi, PR	Pérola, PR
Jacarezinho, PR	Matelândia, PR	Pérola D'Oeste, PR

Jaguapitã, PR	Matinhos, PR	Piên, PR
Jaguariaíva, PR	Mato Rico, PR	Pinhais, PR
Jandaia Do Sul, PR	Mauá Da Serra, PR	Pinhal De São Bento, PR
Janiópolis, PR	Medianeira, PR	Pinhalão, PR
Japira, PR	Mercedes, PR	Pinhão, PR
Japurá, PR	Mirador, PR	Piraí Do Sul, PR
Jardim Alegre, PR	Miraselva, PR	Piraquara, PR
Jardim Olinda, PR	Missal, PR	Pitanga, PR
Jataizinho, PR	Moreira Sales, PR	Pitangueiras, PR
Jesuítas, PR	Morretes, PR	Planaltina Do Paraná, PR
Planalto, PR	Santa Fé, PR	Tapejara, PR
Ponta Grossa, PR	Santa Helena, PR	Tapira, PR
Pontal Do Paraná, PR	Santa Inês, PR	Teixeira Soares, PR
Porecatu, PR	Santa Isabel Do Ivaí, PR	Telêmaco Borba, PR
Porto Amazonas, PR	Santa Izabel Do Oeste, PR	Terra Boa, PR
Porto Barreiro, PR	Santa Lúcia, PR	Terra Rica, PR
Porto Rico, PR	Santa Maria Do Oeste, PR	Terra Roxa, PR
Porto Vitória, PR	Santa Mariana, PR	Tibagi, PR
Prado Ferreira, PR	Santa Mônica, PR	Tijucas Do Sul, PR
Pranchita, PR	Santa Tereza Do Oeste, PR	Toledo, PR
Presidente Castelo Branco, PR	Santa Terezinha De Itaipu, PR	Tomazina, PR
Primeiro De Maio, PR	Santana Do Itararé, PR	Três Barras Do Paraná, PR
Prudentópolis, PR	Santo Antônio Da Platina, PR	Tunas Do Paraná, PR
Quarto Centenário, PR	Santo Antônio Do Caiuá, PR	Tuneiras Do Oeste, PR
Quatiguá, PR	Santo Antônio Do Paraíso, PR	Tupãssi, PR
Quatro Barras, PR	Santo Antônio Do Sudoeste, PR	Turvo, PR
Quatro Pontes, PR	Santo Inácio, PR	Ubiratã, PR
Quedas Do Iguaçu, PR	São Carlos Do Ivaí, PR	Umuarama, PR
Querência Do Norte, PR	São Jerônimo Da Serra, PR	União Da Vitória, PR
Quinta Do Sol, PR	São João, PR	Uniflor, PR
Quitandinha, PR	São João Do Caiuá, PR	Uraí, PR
Ramilândia, PR	São João Do Ivaí, PR	Ventania, PR
Rancho Alegre, PR	São João Do Triunfo, PR	Vera Cruz Do Oeste, PR
Rancho Alegre D'Oeste, PR	São Jorge Do Ivaí, PR	Verê, PR
Realeza, PR	São Jorge Do Patrocínio, PR	Virmond, PR
Rebouças, PR	São Jorge D'Oeste, PR	Vitorino, PR
Renascença, PR	São José Da Boa Vista, PR	Wenceslau Braz, PR
Reserva, PR	São José Das Palmeiras, PR	Xambrê, PR
Reserva Do Iguaçu, PR	São José Dos Pinhais, PR	Angra Dos Reis, RJ
Ribeirão Claro, PR	São Manoel Do Paraná, PR	Aperibé, RJ
Ribeirão Do Pinhal, PR	São Mateus Do Sul, PR	Araruama, RJ
Rio Azul, PR	São Miguel Do Iguaçu, PR	Areal, RJ
Rio Bom, PR	São Pedro Do Iguaçu, PR	Armação Dos Búzios, RJ
Rio Bonito Do Iguaçu, PR	São Pedro Do Ivaí, PR	Arraial Do Cabo, RJ
Rio Branco Do Ivaí, PR	São Pedro Do Paraná, PR	Barra Do Piraí, RJ
Rio Branco Do Sul, PR	São Sebastião Da Amoreira, PR	Barra Mansa, RJ
Rio Negro, PR	São Tomé, PR	Belford Roxo, RJ

Rolândia, PR	Sapopema, PR	Bom Jardim, RJ
Roncador, PR	Sarandi, PR	Bom Jesus Do Itabapoana, RJ
Rondon, PR	Saudade Do Iguaçu, PR	Cabo Frio, RJ
Rosário Do Ivaí, PR	Sengés, PR	Cachoeiras De Macacu, RJ
Sabáudia, PR	Serranópolis Do Iguaçu, PR	Cambuci, RJ
Salgado Filho, PR	Sertaneja, PR	Campos Dos Goytacazes, RJ
Salto Do Itararé, PR	Sertanópolis, PR	Cantagalo, RJ
Salto Do Lontra, PR	Siqueira Campos, PR	Carapebus, RJ
Santa Amélia, PR	Sulina, PR	Cardoso Moreira, RJ
Santa Cecília Do Pavão, PR	Tamarana, PR	Carmo, RJ
Santa Cruz De Monte Castelo, PR	Tamboara, PR	Casimiro De Abreu, RJ
Comendador Levy Gasparian, RJ	Santa Maria Madalena, RJ	Agudo, RS
Conceição De Macabu, RJ	Santo Antônio De Pádua, RJ	Ajuricaba, RS
Cordeiro, RJ	São Fidélis, RJ	Alecrim, RS
Duas Barras, RJ	São Francisco De Itabapoana, RJ	Alegria, RS
Duque De Caxias, RJ	São Gonçalo, RJ	Almirante Tamandaré Do Sul, RS
Engenheiro Paulo De Frontin, RJ	São João Da Barra, RJ	Alpestre, RS
Guapimirim, RJ	São João De Meriti, RJ	Alto Alegre, RS
Iguaba Grande, RJ	São José De Ubá, RJ	Alto Feliz, RS
Itaboraí, RJ	São José Do Vale Do Rio Preto, RJ	Ametista Do Sul, RS
Itaguaí, RJ	São Pedro Da Aldeia, RJ	André Da Rocha, RS
Italva, RJ	São Sebastião Do Alto, RJ	Anta Gorda, RS
Itaocara, RJ	Sapucaia, RJ	Antônio Prado, RS
Itaperuna, RJ	Saquarema, RJ	Araricá, RS
Itatiaia, RJ	Seropédica, RJ	Aratiba, RS
Japeri, RJ	Silva Jardim, RJ	Arroio Do Meio, RS
Laje Do Muriaé, RJ	Sumidouro, RJ	Arroio Do Tigre, RS
Macaé, RJ	Tanguá, RJ	Arvorezinha, RS
Macuco, RJ	Teresópolis, RJ	Augusto Pestana, RS
Magé, RJ	Trajano De Moraes, RJ	Áurea, RS
Mangaratiba, RJ	Três Rios, RJ	Barão, RS
Maricá, RJ	Valença, RJ	Barão De Cotegipe, RS
Mendes, RJ	Varre-Sai, RJ	Barra Do Guarita, RS
Mesquita, RJ	Vassouras, RJ	Barra Do Rio Azul, RS
Miguel Pereira, RJ	Volta Redonda, RJ	Barra Funda, RS
Miracema, RJ	Arês, RN	Barracão, RS
Natividade, RJ	Baía Formosa, RN	Barros Cassal, RS
Nilópolis, RJ	Canguaretama, RN	Benjamin Constant Do Sul, RS
Niterói, RJ	Ceará-Mirim, RN	Bento Gonçalves + Pinto Bandeira, RS
Nova Friburgo, RJ	Espírito Santo, RN	Boa Vista Das Missões, RS
Nova Iguaçu, RJ	Extremoz, RN	Boa Vista Do Buricá, RS
Paracambi, RJ	Goianinha, RN	Boa Vista Do Cadeado, RS
Paraíba Do Sul, RJ	Jundiá, RN	Boa Vista Do Sul, RS
Paraty, RJ	Maxaranguape, RN	Bom Jesus, RS
Paty Do Alferes, RJ	Montanhas, RN	Bom Princípio, RS
Petrópolis, RJ	Monte Alegre, RN	Bom Progresso, RS
Pinheiral, RJ	Natal, RN	Bom Retiro Do Sul, RS

Piraí, RJ	Nísia Floresta, RN	Boqueirão Do Leão, RS
Porciúncula, RJ	Nova Cruz, RN	Bozano, RS
Porto Real, RJ	Parnamirim, RN	Braga, RS
Quatis, RJ	Pedro Velho, RN	Brochier, RS
Queimados, RJ	Rio Do Fogo, RN	Cacique Doble, RS
Quissamã, RJ	São Gonçalo Do Amarante, RN	Caibaté, RS
Resende, RJ	São José De Mipibu, RN	Caiçara, RS
Rio Bonito, RJ	Senador Georgino Avelino, RN	Camargo, RS
Rio Claro, RJ	Tibau Do Sul, RN	Cambará Do Sul, RS
Rio Das Flores, RJ	Touros, RN	Campestre Da Serra, RS
Rio Das Ostras, RJ	Vila Flor, RN	Campina Das Missões, RS
Rio De Janeiro, RJ	Água Santa, RS	Campinas Do Sul, RS
Campo Bom, RS	Dom Pedro De Alcântara, RS	Herveiras, RS
Campo Novo, RS	Dona Francisca, RS	Horizontina, RS
Campos Borges, RS	Doutor Maurício Cardoso, RS	Humaitá, RS
Candelária, RS	Doutor Ricardo, RS	Ibarama, RS
Cândido Godói, RS	Encantado, RS	Ibiaçá, RS
Canela, RS	Engenho Velho, RS	Ibiraiaras, RS
Canudos Do Vale, RS	Entre Rios Do Sul, RS	Ibirapuitã, RS
Capão Bonito Do Sul, RS	Entre-Ijuís, RS	Ibirubá, RS
Capão Da Canoa, RS	Erebango, RS	Igrejinha, RS
Capitão, RS	Erechim, RS	Ijuí, RS
Caraá, RS	Ernestina, RS	Ilópolis, RS
Carazinho, RS	Erval Grande, RS	Imigrante, RS
Carlos Barbosa, RS	Erval Seco, RS	Independência, RS
Carlos Gomes, RS	Esmeralda, RS	Inhacorá, RS
Casca, RS	Esperança Do Sul, RS	Ipê, RS
Caseiros, RS	Espumoso, RS	Ipiranga Do Sul, RS
Catuípe, RS	Estação, RS	Iraí, RS
Caxias Do Sul, RS	Estância Velha, RS	Itaara, RS
Centenário, RS	Estrela, RS	Itapuca, RS
Cerro Branco, RS	Estrela Velha, RS	Itati, RS
Cerro Grande, RS	Eugênio De Castro, RS	Itatiba Do Sul, RS
Cerro Largo, RS	Fagundes Varela, RS	Ivorá, RS
Chapada, RS	Farroupilha, RS	Ivoti, RS
Charrua, RS	Faxinal Do Soturno, RS	Jaboticaba, RS
Chiapetta, RS	Faxinalzinho, RS	Jacuizinho, RS
Ciríaco, RS	Fazenda Vilanova, RS	Jacutinga, RS
Colinas, RS	Feliz, RS	Jaguari, RS
Colorado, RS	Flores Da Cunha, RS	Jaquirana, RS
Condor, RS	Floriano Peixoto, RS	Jari, RS
Constantina, RS	Fontoura Xavier, RS	Júlio De Castilhos, RS
Coqueiro Baixo, RS	Forquetinha, RS	Lagoa Bonita Do Sul, RS
Coqueiros Do Sul, RS	Fortaleza Dos Valos, RS	Lagoa Dos Três Cantos, RS
Coronel Barros, RS	Frederico Westphalen, RS	Lagoa Vermelha, RS
Coronel Bicaco, RS	Garibaldi, RS	Lagoão, RS
Coronel Pilar, RS	Gaurama, RS	Lajeado, RS

Cotiporã, RS	General Câmara, RS	Lajeado Do Bugre, RS
Coxilha, RS	Gentil, RS	Liberato Salzano, RS
Crissiumal, RS	Getúlio Vargas, RS	Lindolfo Collor, RS
Cristal Do Sul, RS	Giruá, RS	Linha Nova, RS
Cruz Alta, RS	Glorinha, RS	Machadinho, RS
Cruzaltense, RS	Gramado, RS	Mampituba, RS
Cruzeiro Do Sul, RS	Gramado Dos Loureiros, RS	Maquiné, RS
David Canabarro, RS	Gramado Xavier, RS	Maratá, RS
Derrubadas, RS	Gravataí, RS	Marau, RS
Dezesseis De Novembro, RS	Guabiju, RS	Marcelino Ramos, RS
Dois Irmãos, RS	Guaporé, RS	Mariano Moro, RS
Dois Irmãos Das Missões, RS	Guarani Das Missões, RS	Marques De Souza, RS
Dois Lajeados, RS	Harmonia, RS	Mata, RS
Mato Castelhano, RS	Passo Do Sobrado, RS	Santa Cecília Do Sul, RS
Mato Leitão, RS	Passo Fundo, RS	Santa Clara Do Sul, RS
Mato Queimado, RS	Paulo Bento, RS	Santa Cruz Do Sul, RS
Maximiliano De Almeida, RS	Paverama, RS	Santa Maria, RS
Miraguaí, RS	Pejuçara, RS	Santa Maria Do Herval, RS
Montauri, RS	Picada Café, RS	Santa Rosa, RS
Monte Alegre Dos Campos, RS	Pinhal, RS	Santa Tereza, RS
Monte Belo Do Sul, RS	Pinhal Da Serra, RS	Santiago, RS
Montenegro, RS	Pinhal Grande, RS	Santo Ângelo, RS
Mormaço, RS	Pinheirinho Do Vale, RS	Santo Antônio Da Patrulha, RS
Morrinhos Do Sul, RS	Pirapó, RS	Santo Antônio Do Palma, RS
Morro Reuter, RS	Planalto, RS	Santo Antônio Do Planalto, RS
Muçum, RS	Poço Das Antas, RS	Santo Augusto, RS
Muitos Capões, RS	Pontão, RS	Santo Cristo, RS
Muliterno, RS	Ponte Preta, RS	Santo Expedito Do Sul, RS
Não-Me-Toque, RS	Portão, RS	São Domingos Do Sul, RS
Nicolau Vergueiro, RS	Porto Lucena, RS	São Francisco De Assis, RS
Nonoai, RS	Porto Mauá, RS	São Francisco De Paula, RS
Nova Alvorada, RS	Porto Vera Cruz, RS	São João Da Urtiga, RS
Nova Araçá, RS	Porto Xavier, RS	São João Do Polêsine, RS
Nova Bassano, RS	Pouso Novo, RS	São Jorge, RS
Nova Boa Vista, RS	Presidente Lucena, RS	São José Das Missões, RS
Nova Bréscia, RS	Progresso, RS	São José Do Herval, RS
Nova Candelária, RS	Protásio Alves, RS	São José Do Hortêncio, RS
Nova Esperança Do Sul, RS	Putinga, RS	São José Do Inhacorá, RS
Nova Hartz, RS	Quatro Irmãos, RS	São José Do Ouro, RS
Nova Pádua, RS	Quevedos, RS	São José Do Sul, RS
Nova Palma, RS	Quinze De Novembro, RS	São José Dos Ausentes, RS
Nova Petrópolis, RS	Redentora, RS	São Luiz Gonzaga, RS
Nova Prata, RS	Relvado, RS	São Marcos, RS
Nova Ramada, RS	Restinga Seca, RS	São Martinho, RS
Nova Roma Do Sul, RS	Rio Dos Índios, RS	São Martinho Da Serra, RS
Novo Barreiro, RS	Rio Pardo, RS	São Miguel Das Missões, RS
Novo Cabrais, RS	Riozinho, RS	São Nicolau, RS

Novo Hamburgo, RS	Roca Sales, RS	São Paulo Das Missões, RS
Novo Machado, RS	Rodeio Bonito, RS	São Pedro Da Serra, RS
Novo Tiradentes, RS	Rolador, RS	São Pedro Das Missões, RS
Novo Xingu, RS	Rolante, RS	São Pedro Do Butiá, RS
Osório, RS	Ronda Alta, RS	São Pedro Do Sul, RS
Paim Filho, RS	Rondinha, RS	São Sebastião Do Caí, RS
Palmeira Das Missões, RS	Roque Gonzales, RS	São Valentim, RS
Palmitinho, RS	Sagrada Família, RS	São Valentim Do Sul, RS
Panambi, RS	Saldanha Marinho, RS	São Valério Do Sul, RS
Paraí, RS	Salto Do Jacuí, RS	São Vendelino, RS
Paraíso Do Sul, RS	Salvador Das Missões, RS	Sapiranga, RS
Pareci Novo, RS	Salvador Do Sul, RS	Sarandi, RS
Parobé, RS	Sananduva, RS	Seberi, RS
Passa Sete, RS	Santa Bárbara Do Sul, RS	Sede Nova, RS
Segredo, RS	Veranópolis, RS	Benedito Novo, SC
Selbach, RS	Vespasiano Correa, RS	Biguaçu, SC
Senador Salgado Filho, RS	Viadutos, RS	Blumenau, SC
Serafina Corrêa, RS	Vicente Dutra, RS	Bocaina Do Sul, SC
Sério, RS	Victor Graeff, RS	Bom Jardim Da Serra, SC
Sertão, RS	Vila Flores, RS	Bom Jesus, SC
Sete De Setembro, RS	Vila Lângaro, RS	Bom Jesus Do Oeste, SC
Severiano De Almeida, RS	Vila Maria, RS	Bom Retiro, SC
Silveira Martins, RS	Vista Alegre, RS	Bombinhas, SC
Sinimbu, RS	Vista Alegre Do Prata, RS	Botuverá, SC
Sobradinho, RS	Vista Gaúcha, RS	Braço Do Norte, SC
Soledade, RS	Vitória Das Missões, RS	Braço Do Trombudo, SC
Tabaí, RS	Westfalia, RS	Brunópolis, SC
Tapejara, RS	Abdon Batista, SC	Brusque, SC
Tapera, RS	Abelardo Luz, SC	Caçador, SC
Taquara, RS	Agrolândia, SC	Caibi, SC
Taquari, RS	Agronômica, SC	Calmon, SC
Taquaruçu Do Sul, RS	Água Doce, SC	Camboriú, SC
Tenente Portela, RS	Águas De Chapecó, SC	Campo Alegre, SC
Terra De Areia, RS	Águas Frias, SC	Campo Belo Do Sul, SC
Teutônia, RS	Águas Mornas, SC	Campo Erê, SC
Tio Hugo, RS	Alfredo Wagner, SC	Campos Novos, SC
Tiradentes Do Sul, RS	Alto Bela Vista, SC	Canelinha, SC
Toropi, RS	Anchieta, SC	Canoinhas, SC
Torres, RS	Angelina, SC	Capão Alto, SC
Travesseiro, RS	Anita Garibaldi, SC	Capinzal, SC
Três Arroios, RS	Anitápolis, SC	Capivari De Baixo, SC
Três Cachoeiras, RS	Antônio Carlos, SC	Catanduvas, SC
Três Coroas, RS	Apiúna, SC	Caxambu Do Sul, SC
Três De Maio, RS	Arabutã, SC	Celso Ramos, SC
Três Forquilhas, RS	Araquari, SC	Cerro Negro, SC
Três Palmeiras, RS	Araranguá, SC	Chapadão Do Lageado, SC
Três Passos, RS	Armazém, SC	Chapecó, SC

Trindade Do Sul, RS	Arroio Trinta, SC	Cocal Do Sul, SC
Tucunduva, RS	Arvoredo, SC	Concórdia, SC
Tunas, RS	Ascurra, SC	Cordilheira Alta, SC
Tupanci Do Sul, RS	Atalanta, SC	Coronel Freitas, SC
Tupandi, RS	Aurora, SC	Coronel Martins, SC
Tuparendi, RS	Balneário Arroio Do Silva, SC	Correia Pinto, SC
Ubiretama, RS	Balneário Barra Do Sul, SC	Corupá, SC
União Da Serra, RS	Balneário Camboriú, SC	Criciúma, SC
Vacaria, RS	Balneário Gaivota, SC	Cunha Porã, SC
Vale Do Sol, RS	Balneário Piçarras, SC	Cunhataí, SC
Vale Real, RS	Bandeirante, SC	Curitibanos, SC
Vale Verde, RS	Barra Bonita, SC	Descanso, SC
Vanini, RS	Barra Velha, SC	Dionísio Cerqueira, SC
Venâncio Aires, RS	Bela Vista Do Toldo, SC	Dona Emma, SC
Vera Cruz, RS	Belmonte, SC	Doutor Pedrinho, SC
Entre Rios, SC	Jaborá, SC	Paial, SC
Ermo, SC	Jacinto Machado, SC	Painel, SC
Erval Velho, SC	Jaguaruna, SC	Palhoça, SC
Faxinal Dos Guedes, SC	Jaraguá Do Sul, SC	Palma Sola, SC
Flor Do Sertão, SC	Jardinópolis, SC	Palmeira, SC
Florianópolis, SC	Joaçaba, SC	Palmitos, SC
Formosa Do Sul, SC	Joinville, SC	Papanduva, SC
Forquilhinha, SC	José Boiteux, SC	Paraíso, SC
Fraiburgo, SC	Jupiá, SC	Passo De Torres, SC
Frei Rogério, SC	Lacerdópolis, SC	Passos Maia, SC
Galvão, SC	Lages, SC	Paulo Lopes, SC
Garopaba, SC	Laguna + Pescaria Brava, SC	Pedras Grandes, SC
Garuva, SC	Lajeado Grande, SC	Penha, SC
Gaspar, SC	Laurentino, SC	Peritiba, SC
Governador Celso Ramos, SC	Lauro Muller, SC	Petrolândia, SC
Grão Pará, SC	Lebon Régis, SC	Pinhalzinho, SC
Gravatal, SC	Leoberto Leal, SC	Pinheiro Preto, SC
Guabiruba, SC	Lindóia Do Sul, SC	Piratuba, SC
Guaraciaba, SC	Lontras, SC	Planalto Alegre, SC
Guaramirim, SC	Luiz Alves, SC	Pomerode, SC
Guarujá Do Sul, SC	Luzerna, SC	Ponte Alta, SC
Guatambú, SC	Macieira, SC	Ponte Alta Do Norte, SC
Herval D'Oeste, SC	Mafra, SC	Ponte Serrada, SC
Ibiam, SC	Major Gercino, SC	Porto Belo, SC
Ibicaré, SC	Major Vieira, SC	Porto União, SC
Ibirama, SC	Maracajá, SC	Pouso Redondo, SC
Içara + Balneário Rincão, SC	Maravilha, SC	Praia Grande, SC
Ilhota, SC	Marema, SC	Presidente Castello Branco, SC
Imaruí, SC	Massaranduba, SC	Presidente Getúlio, SC
Imbituba, SC	Matos Costa, SC	Presidente Nereu, SC
Imbuia, SC	Meleiro, SC	Princesa, SC
Indaial, SC	Mirim Doce, SC	Quilombo, SC

Iomerê, SC	Modelo, SC	Rancho Queimado, SC
Ipira, SC	Mondaí, SC	Rio Das Antas, SC
Iporã Do Oeste, SC	Monte Carlo, SC	Rio Do Campo, SC
Ipuaçu, SC	Monte Castelo, SC	Rio Do Oeste, SC
Ipumirim, SC	Morro Da Fumaça, SC	Rio Do Sul, SC
Iraceminha, SC	Morro Grande, SC	Rio Dos Cedros, SC
Irani, SC	Navegantes, SC	Rio Fortuna, SC
Irati, SC	Nova Erechim, SC	Rio Negrinho, SC
Irineópolis, SC	Nova Itaberaba, SC	Rio Rufino, SC
Itá, SC	Nova Trento, SC	Riqueza, SC
Itaiópolis, SC	Nova Veneza, SC	Rodeio, SC
Itajaí, SC	Novo Horizonte, SC	Romelândia, SC
Itapema, SC	Orleans, SC	Salete, SC
Itapiranga, SC	Otacílio Costa, SC	Saltinho, SC
Itapoá, SC	Ouro, SC	Salto Veloso, SC
Ituporanga, SC	Ouro Verde, SC	Sangão, SC
Santa Cecília, SC	Tubarão, SC	Malhada Dos Bois, SE
Santa Helena, SC	Tunápolis, SC	Malhador, SE
Santa Rosa De Lima, SC	Turvo, SC	Maruim, SE
Santa Rosa Do Sul, SC	União Do Oeste, SC	Moita Bonita, SE
Santa Terezinha, SC	Urubici, SC	Muribeca, SE
Santa Terezinha Do Progresso, SC	Urupema, SC	Neópolis, SE
Santiago Do Sul, SC	Urussanga, SC	Nossa Senhora Das Dores, SE
Santo Amaro Da Imperatriz, SC	Vargeão, SC	Nossa Senhora Do Socorro, SE
São Bento Do Sul, SC	Vargem, SC	Pacatuba, SE
São Bernardino, SC	Vargem Bonita, SC	Pedrinhas, SE
São Bonifácio, SC	Vidal Ramos, SC	Pirambu, SE
São Carlos, SC	Videira, SC	Propriá, SE
São Cristovão Do Sul, SC	Vitor Meireles, SC	Riachão Do Dantas, SE
São Domingos, SC	Witmarsum, SC	Riachuelo, SE
São Francisco Do Sul, SC	Xanxerê, SC	Ribeirópolis, SE
São João Batista, SC	Xavantina, SC	Rosário Do Catete, SE
São João Do Itaperiú, SC	Xaxim, SC	Salgado, SE
São João Do Oeste, SC	Zortéa, SC	Santa Luzia Do Itanhy, SE
São João Do Sul, SC	Aquidabã, SE	Santa Rosa De Lima, SE
São Joaquim, SC	Aracaju, SE	Santana Do São Francisco, SE
São José, SC	Arauá, SE	Santo Amaro Das Brotas, SE
São José Do Cedro, SC	Areia Branca, SE	São Cristóvão, SE
São José Do Cerrito, SC	Barra Dos Coqueiros, SE	São Domingos, SE
São Lourenço Do Oeste, SC	Boquim, SE	São Francisco, SE
São Ludgero, SC	Brejo Grande, SE	São Miguel Do Aleixo, SE
São Martinho, SC	Campo Do Brito, SE	Siriri, SE
São Miguel Da Boa Vista, SC	Canhoba, SE	Telha, SE
São Miguel Do Oeste, SC	Capela, SE	Tomar Do Geru, SE
São Pedro De Alcântara, SC	Carmópolis, SE	Umbaúba, SE
Saudades, SC	Cedro De São João, SE	Adamantina, SP
Schroeder, SC	Cristinápolis, SE	Adolfo, SP

Seara, SC	Cumbe, SE	Aguaí, SP
Serra Alta, SC	Divina Pastora, SE	Águas Da Prata, SP
Siderópolis, SC	Estância, SE	Águas De Lindóia, SP
Sombrio, SC	Feira Nova, SE	Águas De Santa Bárbara, SP
Sul Brasil, SC	General Maynard, SE	Águas De São Pedro, SP
Taió, SC	Gracho Cardoso, SE	Agudos, SP
Tangará, SC	Ilha Das Flores, SE	Alambari, SP
Tigrinhos, SC	Indiaroba, SE	Alfredo Marcondes, SP
Tijucas, SC	Itabaiana, SE	Altair, SP
Timbé Do Sul, SC	Itabaianinha, SE	Altinópolis, SP
Timbó, SC	Itabi, SE	Alto Alegre, SP
Timbó Grande, SC	Itaporanga D'Ajuda, SE	Alumínio, SP
Três Barras, SC	Japaratuba, SE	Álvares Florence, SP
Treviso, SC	Japoatã, SE	Álvares Machado, SP
Treze De Maio, SC	Lagarto, SE	Álvaro De Carvalho, SP
Treze Tílias, SC	Laranjeiras, SE	Alvinlândia, SP
Trombudo Central, SC	Macambira, SE	Americana, SP
Américo Brasiliense, SP	Bauru, SP	Cândido Rodrigues, SP
Américo De Campos, SP	Bebedouro, SP	Canitar, SP
Amparo, SP	Bento De Abreu, SP	Capão Bonito, SP
Analândia, SP	Bernardino De Campos, SP	Capela Do Alto, SP
Andradina, SP	Bertioga, SP	Capivari, SP
Angatuba, SP	Bilac, SP	Caraguatatuba, SP
Anhembi, SP	Birigui, SP	Carapicuíba, SP
Anhumas, SP	Biritiba-Mirim, SP	Cardoso, SP
Aparecida, SP	Boa Esperança Do Sul, SP	Casa Branca, SP
Aparecida D'Oeste, SP	Bocaina, SP	Cássia Dos Coqueiros, SP
Apiaí, SP	Bofete, SP	Castilho, SP
Araçariguama, SP	Boituva, SP	Catanduva, SP
Araçatuba, SP	Bom Jesus Dos Perdões, SP	Catiguá, SP
Araçoiaba Da Serra, SP	Bom Sucesso De Itararé, SP	Cedral, SP
Aramina, SP	Borá, SP	Cerqueira César, SP
Arandu, SP	Boracéia, SP	Cerquilho, SP
Arapeí, SP	Borborema, SP	Cesário Lange, SP
Araraquara, SP	Borebi, SP	Charqueada, SP
Araras, SP	Botucatu, SP	Chavantes, SP
Arco-Íris, SP	Bragança Paulista, SP	Clementina, SP
Arealva, SP	Braúna, SP	Colina, SP
Areias, SP	Brejo Alegre, SP	Colômbia, SP
Areiópolis, SP	Brodowski, SP	Conchal, SP
Ariranha, SP	Brotas, SP	Conchas, SP
Artur Nogueira, SP	Buri, SP	Cordeirópolis, SP
Arujá, SP	Buritama, SP	Coroados, SP
Aspásia, SP	Buritizal, SP	Coronel Macedo, SP
Assis, SP	Cabrália Paulista, SP	Corumbataí, SP
Atibaia, SP	Cabreúva, SP	Cosmópolis, SP
Auriflama, SP	Caçapava, SP	Cosmorama, SP

Avaí, SP	Cachoeira Paulista, SP	Cotia, SP
Avanhandava, SP	Caconde, SP	Cravinhos, SP
Avaré, SP	Cafelândia, SP	Cristais Paulista, SP
Bady Bassitt, SP	Caiabu, SP	Cruzália, SP
Balbinos, SP	Caieiras, SP	Cruzeiro, SP
Bálsamo, SP	Caiuá, SP	Cubatão, SP
Bananal, SP	Cajamar, SP	Cunha, SP
Barão De Antonina, SP	Cajati, SP	Descalvado, SP
Barbosa, SP	Cajobi, SP	Diadema, SP
Bariri, SP	Cajuru, SP	Dirce Reis, SP
Barra Bonita, SP	Campina Do Monte Alegre, SP	Divinolândia, SP
Barra Do Chapéu, SP	Campinas, SP	Dobrada, SP
Barra Do Turvo, SP	Campo Limpo Paulista, SP	Dois Córregos, SP
Barretos, SP	Campos Do Jordão, SP	Dolcinópolis, SP
Barrinha, SP	Campos Novos Paulista, SP	Dourado, SP
Barueri, SP	Cananéia, SP	Dracena, SP
Bastos, SP	Canas, SP	Duartina, SP
Batatais, SP	Cândido Mota, SP	Dumont, SP
Echaporã, SP	Guariba, SP	Itapira, SP
Eldorado, SP	Guarujá, SP	Itapirapuã Paulista, SP
Elias Fausto, SP	Guarulhos, SP	Itápolis, SP
Elisiário, SP	Guatapará, SP	Itaporanga, SP
Embaúba, SP	Guzolândia, SP	Itapuí, SP
Embu Das Artes, SP	Herculândia, SP	Itapura, SP
Embu-Guaçu, SP	Holambra, SP	Itaquaquecetuba, SP
Emilianópolis, SP	Hortolândia, SP	Itararé, SP
Engenheiro Coelho, SP	Iacanga, SP	Itariri, SP
Espírito Santo Do Pinhal, SP	Iacri, SP	Itatiba, SP
Estiva Gerbi, SP	Iaras, SP	Itatinga, SP
Estrela Do Norte, SP	Ibaté, SP	Itirapina, SP
Estrela D'Oeste, SP	Ibirá, SP	Itirapuã, SP
Euclides Da Cunha Paulista, SP	Ibirarema, SP	Itobi, SP
Fartura, SP	Ibitinga, SP	Itu, SP
Fernando Prestes, SP	Ibiúna, SP	Itupeva, SP
Fernandópolis, SP	Icém, SP	Ituverava, SP
Fernão, SP	Iepê, SP	Jaborandi, SP
Ferraz De Vasconcelos, SP	Igaraçu Do Tietê, SP	Jaboticabal, SP
Flora Rica, SP	Igarapava, SP	Jacareí, SP
Floreal, SP	Igaratá, SP	Jaci, SP
Flórida Paulista, SP	Iguape, SP	Jacupiranga, SP
Florínia, SP	Ilha Comprida, SP	Jaguariúna, SP
Franca, SP	Ilha Solteira, SP	Jales, SP
Francisco Morato, SP	Ilhabela, SP	Jambeiro, SP
Franco Da Rocha, SP	Indaiatuba, SP	Jandira, SP
Gabriel Monteiro, SP	Indiana, SP	Jardinópolis, SP
Gália, SP	Indiaporã, SP	Jarinu, SP
Garça, SP	Inúbia Paulista, SP	Jaú, SP

Gastão Vidigal, SP	Ipaussu, SP	Jeriquara, SP
Gavião Peixoto, SP	Iperó, SP	Joanópolis, SP
General Salgado, SP	Ipeúna, SP	João Ramalho, SP
Getulina, SP	Ipiguá, SP	José Bonifácio, SP
Glicério, SP	Iporanga, SP	Júlio Mesquita, SP
Guaiçara, SP	Ipuã, SP	Jumirim, SP
Guaimbê, SP	Iracemápolis, SP	Jundiaí, SP
Guaíra, SP	Irapuã, SP	Junqueirópolis, SP
Guapiaçu, SP	Irapuru, SP	Juquiá, SP
Guapiara, SP	Itaberá, SP	Juquitiba, SP
Guará, SP	Itaí, SP	Lagoinha, SP
Guaraçaí, SP	Itajobi, SP	Laranjal Paulista, SP
Guaraci, SP	Itaju, SP	Lavínia, SP
Guarani D'Oeste, SP	Itanhaém, SP	Lavrinhas, SP
Guarantã, SP	Itaóca, SP	Leme, SP
Guararapes, SP	Itapecerica Da Serra, SP	Lençóis Paulista, SP
Guararema, SP	Itapetininga, SP	Limeira, SP
Guaratinguetá, SP	Itapeva, SP	Lindóia, SP
Guareí, SP	Itapevi, SP	Lins, SP
Lorena, SP	Monteiro Lobato, SP	Parapuã, SP
Lourdes, SP	Morro Agudo, SP	Pardinho, SP
Louveira, SP	Morungaba, SP	Pariquera-Açu, SP
Lucélia, SP	Motuca, SP	Parisi, SP
Lucianópolis, SP	Murutinga Do Sul, SP	Patrocínio Paulista, SP
Luís Antônio, SP	Nantes, SP	Paulicéia, SP
Luiziânia, SP	Narandiba, SP	Paulínia, SP
Lupércio, SP	Natividade Da Serra, SP	Paulo De Faria, SP
Lutécia, SP	Nazaré Paulista, SP	Pederneiras, SP
Macatuba, SP	Neves Paulista, SP	Pedra Bela, SP
Macaubal, SP	Nhandeara, SP	Pedranópolis, SP
Macedônia, SP	Nipoã, SP	Pedregulho, SP
Magda, SP	Nova Aliança, SP	Pedreira, SP
Mairinque, SP	Nova Campina, SP	Pedrinhas Paulista, SP
Mairiporã, SP	Nova Castilho, SP	Pedro De Toledo, SP
Manduri, SP	Nova Europa, SP	Penápolis, SP
Marabá Paulista, SP	Nova Granada, SP	Pereira Barreto, SP
Maracaí, SP	Nova Guataporanga, SP	Pereiras, SP
Marapoama, SP	Nova Independência, SP	Peruíbe, SP
Mariápolis, SP	Nova Luzitânia, SP	Piacatu, SP
Marília, SP	Nova Odessa, SP	Piedade, SP
Martinópolis, SP	Novais, SP	Pilar Do Sul, SP
Matão, SP	Novo Horizonte, SP	Pindamonhangaba, SP
Mauá, SP	Nuporanga, SP	Pindorama, SP
Mendonça, SP	Ocauçu, SP	Pinhalzinho, SP
Meridiano, SP	Óleo, SP	Piquerobi, SP
Mesópolis, SP	Olímpia, SP	Piquete, SP
Miguelópolis, SP	Onda Verde, SP	Piracaia, SP

Mineiros Do Tietê, SP	Oriente, SP	Piracicaba, SP
Mira Estrela, SP	Orindiúva, SP	Piraju, SP
Miracatu, SP	Orlândia, SP	Pirajuí, SP
Mirandópolis, SP	Osasco, SP	Pirangi, SP
Mirante Do Paranapanema, SP	Oscar Bressane, SP	Pirapora Do Bom Jesus, SP
Mirassol, SP	Osvaldo Cruz, SP	Pirapozinho, SP
Mirassolândia, SP	Ourinhos, SP	Pirassununga, SP
Mococa, SP	Ouro Verde, SP	Piratininga, SP
Mogi Das Cruzes, SP	Ouroeste, SP	Pitangueiras, SP
Mogi Guaçu, SP	Pacaembu, SP	Planalto, SP
Mogi Mirim, SP	Palestina, SP	Platina, SP
Mombuca, SP	Palmares Paulista, SP	Poá, SP
Monções, SP	Palmeira D'Oeste, SP	Poloni, SP
Mongaguá, SP	Palmital, SP	Pompéia, SP
Monte Alegre Do Sul, SP	Panorama, SP	Pongaí, SP
Monte Alto, SP	Paraguaçu Paulista, SP	Pontal, SP
Monte Aprazível, SP	Paraibuna, SP	Pontalinda, SP
Monte Azul Paulista, SP	Paraíso, SP	Pontes Gestal, SP
Monte Castelo, SP	Paranapanema, SP	Populina, SP
Monte Mor, SP	Paranapuã, SP	Porangaba, SP
Porto Feliz, SP	Sales, SP	São João De Iracema, SP
Porto Ferreira, SP	Sales Oliveira, SP	São João Do Pau D'Alho, SP
Potim, SP	Salesópolis, SP	São Joaquim Da Barra, SP
Potirendaba, SP	Salmourão, SP	São José Da Bela Vista, SP
Pracinha, SP	Saltinho, SP	São José Do Barreiro, SP
Pradópolis, SP	Salto, SP	São José Do Rio Pardo, SP
Praia Grande, SP	Salto De Pirapora, SP	São José Do Rio Preto, SP
Presidente Alves, SP	Salto Grande, SP	São José Dos Campos, SP
Presidente Bernardes, SP	Sandovalina, SP	São Lourenço Da Serra, SP
Presidente Epitácio, SP	Santa Adélia, SP	São Luís Do Paraitinga, SP
Presidente Prudente, SP	Santa Albertina, SP	São Manuel, SP
Presidente Venceslau, SP	Santa Bárbara D'Oeste, SP	São Miguel Arcanjo, SP
Promissão, SP	Santa Branca, SP	São Paulo, SP
Quadra, SP	Santa Clara D'Oeste, SP	São Pedro, SP
Quatá, SP	Santa Cruz Da Conceição, SP	São Pedro Do Turvo, SP
Queiroz, SP	Santa Cruz Da Esperança, SP	São Roque, SP
Queluz, SP	Santa Cruz Das Palmeiras, SP	São Sebastião, SP
Quintana, SP	Santa Cruz Do Rio Pardo, SP	São Sebastião Da Grama, SP
Rafard, SP	Santa Ernestina, SP	São Simão, SP
Rancharia, SP	Santa Fé Do Sul, SP	São Vicente, SP
Redenção Da Serra, SP	Santa Gertrudes, SP	Sarapuí, SP
Regente Feijó, SP	Santa Isabel, SP	Sarutaiá, SP
Reginópolis, SP	Santa Lúcia, SP	Sebastianópolis Do Sul, SP
Registro, SP	Santa Maria Da Serra, SP	Serra Azul, SP
Restinga, SP	Santa Mercedes, SP	Serra Negra, SP
Ribeira, SP	Santa Rita Do Passa Quatro, SP	Serrana, SP
Ribeirão Bonito, SP	Santa Rita D'Oeste, SP	Sertãozinho, SP

Ribeirão Branco, SP	Santa Rosa De Viterbo, SP	Sete Barras, SP
Ribeirão Corrente, SP	Santa Salete, SP	Severínia, SP
Ribeirão Do Sul, SP	Santana Da Ponte Pensa, SP	Silveiras, SP
Ribeirão Dos Índios, SP	Santana De Parnaíba, SP	Socorro, SP
Ribeirão Grande, SP	Santo Anastácio, SP	Sorocaba, SP
Ribeirão Pires, SP	Santo André, SP	Sud Mennucci, SP
Ribeirão Preto, SP	Santo Antônio Da Alegria, SP	Sumaré, SP
Rifaina, SP	Santo Antônio De Posse, SP	Suzanápolis, SP
Rincão, SP	Santo Antônio Do Aracanguá, SP	Suzano, SP
Rinópolis, SP	Santo Antônio Do Jardim, SP	Tabapuã, SP
Rio Claro, SP	Santo Antônio Do Pinhal, SP	Tabatinga, SP
Rio Das Pedras, SP	Santo Expedito, SP	Taboão Da Serra, SP
Rio Grande Da Serra, SP	Santópolis Do Aguapeí, SP	Taciba, SP
Riolândia, SP	Santos, SP	Taguaí, SP
Riversul, SP	São Bento Do Sapucaí, SP	Taiaçu, SP
Rosana, SP	São Bernardo Do Campo, SP	Taiúva, SP
Roseira, SP	São Caetano Do Sul, SP	Tambaú, SP
Rubiácea, SP	São Carlos, SP	Tanabi, SP
Rubinéia, SP	São Francisco, SP	Tapiraí, SP
Sabino, SP	São João Da Boa Vista, SP	Tapiratiba, SP
Sagres, SP	São João Das Duas Pontes, SP	Taquaral, SP
Taquaritinga, SP	Tremembé, SP	Valentim Gentil, SP
Taquarituba, SP	Três Fronteiras, SP	Valinhos, SP
Taquarivaí, SP	Tuiuti, SP	Valparaíso, SP
Tarabai, SP	Tupã, SP	Vargem, SP
Tarumã, SP	Tupi Paulista, SP	Vargem Grande Do Sul, SP
Tatuí, SP	Turiúba, SP	Vargem Grande Paulista, SP
Taubaté, SP	Turmalina, SP	Várzea Paulista, SP
Tejupá, SP	Ubarana, SP	Vera Cruz, SP
Teodoro Sampaio, SP	Ubatuba, SP	Vinhedo, SP
Terra Roxa, SP	Ubirajara, SP	Viradouro, SP
Tietê, SP	Uchoa, SP	Vista Alegre Do Alto, SP
Timburi, SP	União Paulista, SP	Vitória Brasil, SP
Torre De Pedra, SP	Urânia, SP	Votorantim, SP
Torrinha, SP	Uru, SP	Votuporanga, SP
Trabiju, SP	Urupês, SP	Zacarias, SP

APÊNDICE 2 – TABELAS PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO DE CHUVAS (IC) PARA AS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS CONSIDERADAS NESTE ESTUDO

TABELA 1 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA **BOA VISTA** (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
0.1-0.9	0.5	253	253	126.5	126.5	30.1190	1.7019
1.0-1.9	1.5	76	329	114.0	240.5	39.1667	3.2356
2.0-2.9	2.5	45	374	112.5	353.0	44.5238	4.7491
3.0-3.9	3.5	50	424	175.0	528.0	50.4762	7.1035
4.0-4.9	4.5	39	463	175.5	703.5	55.1190	9.4645
5.0-5.9	5.5	29	492	159.5	863.0	58.5714	11.6104
6.0-6.9	6.5	30	522	195.0	1058.0	62.1429	14.2338
7.0-7.9	7.5	26	548	195.0	1253.0	65.2381	16.8573
8.0-8.9	8.5	33	581	280.5	1533.5	69.1667	20.6310
9.0-9.9	9.5	18	599	171.0	1704.5	71.3095	22.9315
10.0-10.9	10.5	12	611	126.0	1830.5	72.7381	24.6267
11.0-11.9	11.5	16	627	184.0	2014.5	74.6429	27.1021
12.0-12.9	12.5	19	646	237.5	2252.0	76.9048	30.2973
13.0-13.9	13.5	13	659	175.5	2427.5	78.4524	32.6584
14.0-14.9	14.5	8	667	116.0	2543.5	79.4048	34.2190
15.0-15.9	15.5	12	679	186.0	2729.5	80.8333	36.7214
16.0-16.9	16.5	12	691	198.0	2927.5	82.2619	39.3852
17.0-17.9	17.5	14	705	245.0	3172.5	83.9286	42.6813
18.0-18.9	18.5	8	713	148.0	3320.5	84.8810	44.6724
19.0-19.9	19.5	9	722	175.5	3496.0	85.9524	47.0335
20.0-20.9	20.5	8	730	164.0	3660.0	86.9048	49.2399
21.0-21.9	21.5	13	743	279.5	3939.5	88.4524	53.0001
22.0-22.9	22.5	11	754	247.5	4187.0	89.7619	56.3299
23.0-23.9	23.5	6	760	141.0	4328.0	90.4762	58.2268
24.0-24.9	24.5	8	768	196.0	4524.0	91.4286	60.8637
25.0-25.9	25.5	5	773	127.5	4651.5	92.0238	62.5790
26.0-26.9	26.5	3	776	79.5	4731.0	92.3810	63.6486
27.0-27.9	27.5	5	781	137.5	4868.5	92.9762	65.4985
28.0-28.9	28.5	1	782	28.5	4897.0	93.0952	65.8819
29.0-29.9	29.5	2	784	59.0	4956.0	93.3333	66.6756
30.0-30.9	30.5	7	791	213.5	5169.5	94.1667	69.5480
31.0-31.9	31.5	2	793	63.0	5232.5	94.4048	70.3955
32.0-32.9	32.5	6	799	195.0	5427.5	95.1190	73.0190
33.0-33.9	33.5	3	802	100.5	5528.0	95.4762	74.3710
34.0-34.9	34.5	1	803	34.5	5562.5	95.5952	74.8352
35.0-35.9	35.5	3	806	106.5	5669.0	95.9524	76.2680
36.0-36.9	36.5	1	807	36.5	5705.5	96.0714	76.7590
37.0-37.9	37.5	2	809	75.0	5780.5	96.3095	77.7681
38.0-38.9	38.5	2	811	77.0	5857.5	96.5476	78.8040

Continua...

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
41.0-41.9	41.5	2	813	83.0	5940.5	96.7857	79.9206
42.0-42.9	42.5	3	816	127.5	6068.0	97.1429	81.6359
43.0-43.9	43.5	3	819	130.5	6198.5	97.5000	83.3916
44.0-44.9	44.5	4	823	178.0	6376.5	97.9762	85.7864
45.0-45.9	45.5	1	824	45.5	6422.0	98.0952	86.3985
48.0-48.9	48.5	1	825	48.5	6470.5	98.2143	87.0510
49.0-49.9	49.5	2	827	99.0	6569.5	98.4524	88.3829
51.0-51.9	51.5	1	828	51.5	6621.0	98.5714	89.0757
52.0-52.9	52.5	1	829	52.5	6673.5	98.6905	89.7821
53.0-53.9	53.5	1	830	53.5	6727.0	98.8095	90.5018
55.0-55.9	55.5	1	831	55.5	6782.5	98.9286	91.2485
56.0-56.9	56.5	1	832	56.5	6839.0	99.0476	92.0086
60.0-60.9	60.5	1	833	60.5	6899.5	99.1667	92.8225
63.0-63.9	63.5	1	834	63.5	6963.0	99.2857	93.6768
68.0-68.9	68.5	2	836	137.0	7100.0	99.5238	95.5200
78.0-78.9	78.5	1	837	78.5	7178.5	99.6429	96.5761
79.0-79.9	79.5	1	838	79.5	7258.0	99.7619	97.6456
82.0-82.9	82.5	1	839	82.5	7340.5	99.8810	98.7555
92.0-92.9	92.5	1	840	92.5	7433.0	100.0000	100.0000
Somatório		**840**		**7433.0**			

FONTE: A autora (2022).

TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA **BUTIATUVINHA** (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
0.1-0.9	0.5	280	280	140.0	140.0	31.7101	1.7508
1.0-1.9	1.5	75	355	112.5	252.5	40.2039	3.1576
2.0-2.9	2.5	52	407	130.0	382.5	46.0929	4.7833
3.0-3.9	3.5	54	461	189.0	571.5	52.2084	7.1469
4.0-4.9	4.5	26	487	117.0	688.5	55.1529	8.6100
5.0-5.9	5.5	39	526	214.5	903.0	59.5696	11.2924
6.0-6.9	6.5	28	554	182.0	1085.0	62.7407	13.5684
7.0-7.9	7.5	27	581	202.5	1287.5	65.7984	16.1008
8.0-8.9	8.5	18	599	153.0	1440.5	67.8369	18.0141
9.0-9.9	9.5	14	613	133.0	1573.5	69.4224	19.6774
10.0-10.9	10.5	20	633	210.0	1783.5	71.6874	22.3035
11.0-11.9	11.5	22	655	253.0	2036.5	74.1789	25.4674
12.0-12.9	12.5	11	666	137.5	2174.0	75.4247	27.1869
13.0-13.9	13.5	15	681	202.5	2376.5	77.1234	29.7193
14.0-14.9	14.5	12	693	174.0	2550.5	78.4824	31.8952
15.0-15.9	15.5	10	703	155.0	2705.5	79.6149	33.8336
16.0-16.9	16.5	9	712	148.5	2854.0	80.6342	35.6906
17.0-17.9	17.5	19	731	332.5	3186.5	82.7860	39.8487
18.0-18.9	18.5	15	746	277.5	3464.0	84.4847	43.3190
19.0-19.9	19.5	11	757	214.5	3678.5	85.7305	46.0014

Continua...

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
20.0-20.9	20.5	10	767	205.0	3883.5	86.8630	48.5650
21.0-21.9	21.5	3	770	64.5	3948.0	87.2027	49.3716
22.0-22.9	22.5	9	779	202.5	4150.5	88.2220	51.9040
23.0-23.9	23.5	8	787	188.0	4338.5	89.1280	54.2550
24.0-24.9	24.5	7	794	171.5	4510.0	89.9207	56.3997
25.0-25.9	25.5	7	801	178.5	4688.5	90.7135	58.6319
26.0-26.9	26.5	5	806	132.5	4821.0	91.2797	60.2889
27.0-27.9	27.5	6	812	165.0	4986.0	91.9592	62.3523
28.0-28.9	28.5	2	814	57.0	5043.0	92.1857	63.0651
29.0-29.9	29.5	5	819	147.5	5190.5	92.7520	64.9096
30.0-30.9	30.5	4	823	122.0	5312.5	93.2050	66.4353
31.0-31.9	31.5	5	828	157.5	5470.0	93.7712	68.4049
32.0-32.9	32.5	8	836	260.0	5730.0	94.6772	71.6563
33.0-33.9	33.5	2	838	67.0	5797.0	94.9037	72.4942
34.0-34.9	34.5	2	840	69.0	5866.0	95.1302	73.3571
35.0-35.9	35.5	3	843	106.5	5972.5	95.4700	74.6889
36.0-36.9	36.5	7	850	255.5	6228.0	96.2627	77.8841
37.0-37.9	37.5	1	851	37.5	6265.5	96.3760	78.3530
38.0-38.9	38.5	1	852	38.5	6304.0	96.4892	78.8345
39.0-39.9	39.5	1	853	39.5	6343.5	96.6025	79.3285
40.0-40.9	40.5	1	854	40.5	6384.0	96.7157	79.8349
41.0-41.9	41.5	3	857	124.5	6508.5	97.0555	81.3919
42.0-42.9	42.5	1	858	42.5	6551.0	97.1687	81.9233
43.0-43.9	43.5	5	863	217.5	6768.5	97.7350	84.6433
45.0-45.9	45.5	1	864	45.5	6814.0	97.8482	85.2123
47.0-47.9	47.5	2	866	95.0	6909.0	98.0747	86.4003
48.0-48.9	48.5	2	868	97.0	7006.0	98.3012	87.6133
52.0-52.9	52.5	1	869	52.5	7058.5	98.4145	88.2699
53.0-53.9	53.5	1	870	53.5	7112.0	98.5277	88.9389
54.0-54.9	54.5	1	871	54.5	7166.5	98.6410	89.6205
55.0-55.9	55.5	1	872	55.5	7222.0	98.7542	90.3145
56.0-56.9	56.5	1	873	56.5	7278.5	98.8675	91.0211
58.0-58.9	58.5	1	874	58.5	7337.0	98.9807	91.7526
60.0-60.9	60.5	2	876	121.0	7458.0	99.2072	93.2658
61.0-61.9	61.5	1	877	61.5	7519.5	99.3205	94.0349
65.0-65.9	65.5	1	878	65.5	7585.0	99.4337	94.8540
71.0-71.9	71.5	2	880	143.0	7728.0	99.6602	96.6423
84.0-84.9	84.5	1	881	84.5	7812.5	99.7735	97.6990
86.0-86.9	86.5	1	882	86.5	7899.0	99.8867	98.7807
97.0-97.9	97.5	1	883	97.5	7996.5	100.0000	100.0000
Somatório		**883**		**7996.5**			

FONTE: A autora (2022).

TABELA 3 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA **CACHOEIRA** (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
0.1-0.9	0.5	352	352	176.0	176.0	35.5915	2.1475
1.0-1.9	1.5	113	465	169.5	345.5	47.0172	4.2157
2.0-2.9	2.5	52	517	130.0	475.5	52.2750	5.8020
3.0-3.9	3.5	39	556	136.5	612.0	56.2184	7.4675
4.0-4.9	4.5	31	587	139.5	751.5	59.3529	9.1697
5.0-5.9	5.5	41	628	225.5	977.0	63.4985	11.9212
6.0-6.9	6.5	26	654	169.0	1146.0	66.1274	13.9833
7.0-7.9	7.5	24	678	180.0	1326.0	68.5541	16.1796
8.0-8.9	8.5	24	702	204.0	1530.0	70.9808	18.6688
9.0-9.9	9.5	21	723	199.5	1729.5	73.1041	21.1030
10.0-10.9	10.5	19	742	199.5	1929.0	75.0253	23.5373
11.0-11.9	11.5	19	761	218.5	2147.5	76.9464	26.2034
12.0-12.9	12.5	11	772	137.5	2285.0	78.0586	27.8812
13.0-13.9	13.5	16	788	216.0	2501.0	79.6764	30.5167
14.0-14.9	14.5	11	799	159.5	2660.5	80.7887	32.4629
15.0-15.9	15.5	11	810	170.5	2831.0	81.9009	34.5433
16.0-16.9	16.5	11	821	181.5	3012.5	83.0131	36.7580
17.0-17.9	17.5	10	831	175.0	3187.5	84.0243	38.8933
18.0-18.9	18.5	9	840	166.5	3354.0	84.9343	40.9249
19.0-19.9	19.5	12	852	234.0	3588.0	86.1476	43.7801
20.0-20.9	20.5	9	861	184.5	3772.5	87.0576	46.0314
21.0-21.9	21.5	9	870	193.5	3966.0	87.9676	48.3924
22.0-22.9	22.5	9	879	202.5	4168.5	88.8777	50.8633
23.0-23.9	23.5	10	889	235.0	4403.5	89.8888	53.7307
24.0-24.9	24.5	12	901	294.0	4697.5	91.1021	57.3180
25.0-25.9	25.5	8	909	204.0	4901.5	91.9110	59.8072
26.0-26.9	26.5	5	914	132.5	5034.0	92.4166	61.4240
27.0-27.9	27.5	7	921	192.5	5226.5	93.1244	63.7728
28.0-28.9	28.5	5	926	142.5	5369.0	93.6299	65.5116
29.0-29.9	29.5	4	930	118.0	5487.0	94.0344	66.9514
30.0-30.9	30.5	3	933	91.5	5578.5	94.3377	68.0678
31.0-31.9	31.5	6	939	189.0	5767.5	94.9444	70.3740
32.0-32.9	32.5	2	941	65.0	5832.5	95.1466	71.1671
33.0-33.9	33.5	1	942	33.5	5866.0	95.2477	71.5759
34.0-34.9	34.5	2	944	69.0	5935.0	95.4499	72.4178
35.0-35.9	35.5	1	945	35.5	5970.5	95.5511	72.8510
36.0-36.9	36.5	4	949	146.0	6116.5	95.9555	74.6324
37.0-37.9	37.5	1	950	37.5	6154.0	96.0566	75.0900
38.0-38.9	38.5	3	953	115.5	6269.5	96.3600	76.4993
39.0-39.9	39.5	3	956	118.5	6388.0	96.6633	77.9452
41.0-41.9	41.5	1	957	41.5	6429.5	96.7644	78.4516
42.0-42.9	42.5	1	958	42.5	6472.0	96.8655	78.9702
43.0-43.9	43.5	5	963	217.5	6689.5	97.3711	81.6241
44.0-44.9	44.5	3	966	133.5	6823.0	97.6744	83.2530
46.0-46.9	46.5	1	967	46.5	6869.5	97.7755	83.8204
47.0-47.9	47.5	3	970	142.5	7012.0	98.0789	85.5591
48.0-48.9	48.5	1	971	48.5	7060.5	98.1800	86.1509
49.0-49.9	49.5	3	974	148.5	7209.0	98.4833	87.9629

Continua...

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
51.0-51.9	51.5	1	975	51.5	7260.5	98.5844	88.5913
52.0-52.9	52.5	2	977	105.0	7365.5	98.7867	89.8725
54.0-54.9	54.5	1	978	54.5	7420.0	98.8878	90.5375
55.0-55.9	55.5	1	979	55.5	7475.5	98.9889	91.2147
56.0-56.9	56.5	1	980	56.5	7532.0	99.0900	91.9041
60.0-60.9	60.5	1	981	60.5	7592.5	99.1911	92.6423
61.0-61.9	61.5	1	982	61.5	7654.0	99.2922	93.3927
66.0-66.9	66.5	1	983	66.5	7720.5	99.3933	94.2041
68.0-68.9	68.5	1	984	68.5	7789.0	99.4944	95.0400
71.0-71.9	71.5	1	985	71.5	7860.5	99.5956	95.9124
75.0-75.9	75.5	1	986	75.5	7936.0	99.6967	96.8336
79.0-79.9	79.5	1	987	79.5	8015.5	99.7978	97.8037
82.0-82.9	82.5	1	988	82.5	8098.0	99.8989	98.8103
97.0-97.9	97.5	1	989	97.5	8195.5	100.0000	100.0000
Somatório		**989**		**8195.5**			

FONTE: A autora (2022).

TABELA 4 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA **CURITIBA** (INMET) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
0.1-0.9	0.5	285	285	142.5	142.5	31.1816	1.6864
1.0-1.9	1.5	93	378	139.5	282.0	41.3567	3.3373
2.0-2.9	2.5	64	442	160.0	442.0	48.3589	5.2308
3.0-3.9	3.5	44	486	154.0	596.0	53.1729	7.0533
4.0-4.9	4.5	37	523	166.5	762.5	57.2210	9.0237
5.0-5.9	5.5	29	552	159.5	922.0	60.3939	10.9112
6.0-6.9	6.5	29	581	188.5	1110.5	63.5667	13.1420
7.0-7.9	7.5	22	603	165.0	1275.5	65.9737	15.0947
8.0-8.9	8.5	24	627	204.0	1479.5	68.5996	17.5089
9.0-9.9	9.5	16	643	152.0	1631.5	70.3501	19.3077
10.0-10.9	10.5	18	661	189.0	1820.5	72.3195	21.5444
11.0-11.9	11.5	20	681	230.0	2050.5	74.5077	24.2663
12.0-12.9	12.5	13	694	162.5	2213.0	75.9300	26.1893
13.0-13.9	13.5	13	707	175.5	2388.5	77.3523	28.2663
14.0-14.9	14.5	18	725	261.0	2649.5	79.3217	31.3550
15.0-15.9	15.5	13	738	201.5	2851.0	80.7440	33.7396
16.0-16.9	16.5	9	747	148.5	2999.5	81.7287	35.4970
17.0-17.9	17.5	11	758	192.5	3192.0	82.9322	37.7751
18.0-18.9	18.5	14	772	259.0	3451.0	84.4639	40.8402
19.0-19.9	19.5	11	783	214.5	3665.5	85.6674	43.3787
20.0-20.9	20.5	9	792	184.5	3850.0	86.6521	45.5621
21.0-21.9	21.5	10	802	215.0	4065.0	87.7462	48.1065
22.0-22.9	22.5	5	807	112.5	4177.5	88.2932	49.4379
23.0-23.9	23.5	5	812	117.5	4295.0	88.8403	50.8284
24.0-24.9	24.5	5	817	122.5	4417.5	89.3873	52.2781

Continua...

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
25.0-25.9	25.5	8	825	204.0	4621.5	90.2626	54.6923
26.0-26.9	26.5	5	830	132.5	4754.0	90.8096	56.2604
27.0-27.9	27.5	4	834	110.0	4864.0	91.2473	57.5621
28.0-28.9	28.5	4	838	114.0	4978.0	91.6849	58.9112
29.0-29.9	29.5	3	841	88.5	5066.5	92.0131	59.9586
30.0-30.9	30.5	6	847	183.0	5249.5	92.6696	62.1243
31.0-31.9	31.5	5	852	157.5	5407.0	93.2166	63.9882
32.0-32.9	32.5	3	855	97.5	5504.5	93.5449	65.1420
33.0-33.9	33.5	2	857	67.0	5571.5	93.7637	65.9349
34.0-34.9	34.5	3	860	103.5	5675.0	94.0919	67.1598
35.0-35.9	35.5	5	865	177.5	5852.5	94.6389	69.2604
36.0-36.9	36.5	4	869	146.0	5998.5	95.0766	70.9882
37.0-37.9	37.5	1	870	37.5	6036.0	95.1860	71.4320
38.0-38.9	38.5	2	872	77.0	6113.0	95.4048	72.3432
39.0-39.9	39.5	1	873	39.5	6152.5	95.5142	72.8107
40.0-40.9	40.5	4	877	162.0	6314.5	95.9519	74.7278
41.0-41.9	41.5	1	878	41.5	6356.0	96.0613	75.2189
42.0-42.9	42.5	4	882	170.0	6526.0	96.4989	77.2308
43.0-43.9	43.5	4	886	174.0	6700.0	96.9365	79.2899
44.0-44.9	44.5	2	888	89.0	6789.0	97.1554	80.3432
45.0-45.9	45.5	1	889	45.5	6834.5	97.2648	80.8817
46.0-46.9	46.5	1	890	46.5	6881.0	97.3742	81.4320
47.0-47.9	47.5	3	893	142.5	7023.5	97.7024	83.1183
49.0-49.9	49.5	3	896	148.5	7172.0	98.0306	84.8757
50.0-50.9	50.5	1	897	50.5	7222.5	98.1400	85.4734
52.0-52.9	52.5	1	898	52.5	7275.0	98.2495	86.0947
54.0-54.9	54.5	2	900	109.0	7384.0	98.4683	87.3846
59.0-59.9	59.5	2	902	119.0	7503.0	98.6871	88.7929
60.0-60.9	60.5	2	904	121.0	7624.0	98.9059	90.2249
63.0-63.9	63.5	1	905	63.5	7687.5	99.0153	90.9763
68.0-68.9	68.5	1	906	68.5	7756.0	99.1247	91.7870
69.0-69.9	69.5	1	907	69.5	7825.5	99.2341	92.6095
71.0-71.9	71.5	1	908	71.5	7897.0	99.3435	93.4556
72.0-72.9	72.5	1	909	72.5	7969.5	99.4530	94.3136
87.0-87.9	87.5	1	910	87.5	8057.0	99.5624	95.3491
88.0-88.9	88.5	1	911	88.5	8145.5	99.6718	96.3964
90.0-90.9	90.5	1	912	90.5	8236.0	99.7812	97.4675
94.0-94.9	94.5	1	913	94.5	8330.5	99.8906	98.5858
119.0-119.9	119.5	1	914	119.5	8450.0	100.0000	100.0000
Somatório		**914**		**8450.0**			

FONTE: A autora (2022).

TABELA 5 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA **NOVO MUNDO** (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
0.1-0.9	0.5	178	178	89.0	89.0	28.5256	1.4371
1.0-1.9	1.5	64	242	96.0	185.0	38.7821	2.9872
2.0-2.9	2.5	41	283	102.5	287.5	45.3526	4.6423
3.0-3.9	3.5	26	309	91.0	378.5	49.5192	6.1117
4.0-4.9	4.5	29	338	130.5	509.0	54.1667	8.2190
5.0-5.9	5.5	15	353	82.5	591.5	56.5705	9.5511
6.0-6.9	6.5	21	374	136.5	728.0	59.9359	11.7552
7.0-7.9	7.5	24	398	180.0	908.0	63.7821	14.6617
8.0-8.9	8.5	14	412	119.0	1027.0	66.0256	16.5832
9.0-9.9	9.5	9	421	85.5	1112.5	67.4679	17.9638
10.0-10.9	10.5	11	432	115.5	1228.0	69.2308	19.8288
11.0-11.9	11.5	7	439	80.5	1308.5	70.3526	21.1287
12.0-12.9	12.5	8	447	100.0	1408.5	71.6346	22.7434
13.0-13.9	13.5	9	456	121.5	1530.0	73.0769	24.7053
14.0-14.9	14.5	15	471	217.5	1747.5	75.4808	28.2173
15.0-15.9	15.5	5	476	77.5	1825.0	76.2821	29.4688
16.0-16.9	16.5	15	491	247.5	2072.5	78.6859	33.4652
17.0-17.9	17.5	10	501	175.0	2247.5	80.2885	36.2910
18.0-18.9	18.5	10	511	185.0	2432.5	81.8910	39.2782
19.0-19.9	19.5	9	520	175.5	2608.0	83.3333	42.1121
20.0-20.9	20.5	11	531	225.5	2833.5	85.0962	45.7533
21.0-21.9	21.5	6	537	129.0	2962.5	86.0577	47.8363
22.0-22.9	22.5	6	543	135.0	3097.5	87.0192	50.0161
23.0-23.9	23.5	5	548	117.5	3215.0	87.8205	51.9135
24.0-24.9	24.5	2	550	49.0	3264.0	88.1410	52.7047
25.0-25.9	25.5	5	555	127.5	3391.5	88.9423	54.7634
26.0-26.9	26.5	4	559	106.0	3497.5	89.5833	56.4751
27.0-27.9	27.5	4	563	110.0	3607.5	90.2244	58.2513
28.0-28.9	28.5	5	568	142.5	3750.0	91.0256	60.5522
29.0-29.9	29.5	2	570	59.0	3809.0	91.3462	61.5049
30.0-30.9	30.5	1	571	30.5	3839.5	91.5064	61.9974
31.0-31.9	31.5	2	573	63.0	3902.5	91.8269	63.0147
32.0-32.9	32.5	2	575	65.0	3967.5	92.1474	64.0643
33.0-33.9	33.5	2	577	67.0	4034.5	92.4679	65.1461
34.0-34.9	34.5	2	579	69.0	4103.5	92.7885	66.2603
35.0-35.9	35.5	3	582	106.5	4210.0	93.2692	67.9800
36.0-36.9	36.5	4	586	146.0	4356.0	93.9103	70.3375
37.0-37.9	37.5	1	587	37.5	4393.5	94.0705	70.9430
38.0-38.9	38.5	3	590	115.5	4509.0	94.5513	72.8080
39.0-39.9	39.5	1	591	39.5	4548.5	94.7115	73.4458
40.0-40.9	40.5	3	594	121.5	4670.0	95.1923	75.4077
41.0-41.9	41.5	3	597	124.5	4794.5	95.6731	77.4181
42.0-42.9	42.5	4	601	170.0	4964.5	96.3141	80.1631
43.0-43.9	43.5	3	604	130.5	5095.0	96.7949	82.2703
45.0-45.9	45.5	4	608	182.0	5277.0	97.4359	85.2091
46.0-46.9	46.5	1	609	46.5	5323.5	97.5962	85.9600
47.0-47.9	47.5	1	610	47.5	5371.0	97.7564	86.7269
48.0-48.9	48.5	1	611	48.5	5419.5	97.9167	87.5101

Continua...

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
51.0-51.9	51.5	2	613	103.0	5522.5	98.2372	89.1733
52.0-52.9	52.5	1	614	52.5	5575.0	98.3974	90.0210
53.0-53.9	53.5	1	615	53.5	5628.5	98.5577	90.8849
55.0-55.9	55.5	1	616	55.5	5684.0	98.7179	91.7810
56.0-56.9	56.5	1	617	56.5	5740.5	98.8782	92.6934
57.0-57.9	57.5	1	618	57.5	5798.0	99.0385	93.6218
59.0-59.9	59.5	3	621	178.5	5976.5	99.5192	96.5041
60.0-60.9	60.5	1	622	60.5	6037.0	99.6795	97.4810
65.0-65.9	65.5	1	623	65.5	6102.5	99.8397	98.5387
90.0-90.9	90.5	1	624	90.5	6193.0	100.0000	100.0000
Somatório		**624**		**6193.0**			

FONTE: A autora (2022).

TABELA 6 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA **PILARZINHO** (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
0.1-0.9	0.5	206	206	103.0	103.0	31.4504	1.7330
1.0-1.9	1.5	71	277	106.5	209.5	42.2901	3.5249
2.0-2.9	2.5	31	308	77.5	287.0	47.0229	4.8288
3.0-3.9	3.5	36	344	126.0	413.0	52.5191	6.9488
4.0-4.9	4.5	26	370	117.0	530.0	56.4885	8.9173
5.0-5.9	5.5	19	389	104.5	634.5	59.3893	10.6755
6.0-6.9	6.5	24	413	156.0	790.5	63.0534	13.3002
7.0-7.9	7.5	12	425	90.0	880.5	64.8855	14.8145
8.0-8.9	8.5	13	438	110.5	991.0	66.8702	16.6737
9.0-9.9	9.5	13	451	123.5	1114.5	68.8550	18.7516
10.0-10.9	10.5	18	469	189.0	1303.5	71.6031	21.9315
11.0-11.9	11.5	14	483	161.0	1464.5	73.7405	24.6404
12.0-12.9	12.5	15	498	187.5	1652.0	76.0305	27.7951
13.0-13.9	13.5	9	507	121.5	1773.5	77.4046	29.8393
14.0-14.9	14.5	11	518	159.5	1933.0	79.0840	32.5229
15.0-15.9	15.5	9	527	139.5	2072.5	80.4580	34.8700
16.0-16.9	16.5	10	537	165.0	2237.5	81.9847	37.6462
17.0-17.9	17.5	7	544	122.5	2360.0	83.0534	39.7072
18.0-18.9	18.5	7	551	129.5	2489.5	84.1221	41.8861
19.0-19.9	19.5	6	557	117.0	2606.5	85.0382	43.8546
20.0-20.9	20.5	6	563	123.0	2729.5	85.9542	45.9241
21.0-21.9	21.5	12	575	258.0	2987.5	87.7863	50.2650
22.0-22.9	22.5	6	581	135.0	3122.5	88.7023	52.5364
23.0-23.9	23.5	3	584	70.5	3193.0	89.1603	53.7226
24.0-24.9	24.5	5	589	122.5	3315.5	89.9237	55.7836
25.0-25.9	25.5	4	593	102.0	3417.5	90.5344	57.4998
26.0-26.9	26.5	6	599	159.0	3576.5	91.4504	60.1750
27.0-27.9	27.5	1	600	27.5	3604.0	91.6031	60.6377
28.0-28.9	28.5	1	601	28.5	3632.5	91.7557	61.1172

Continua...

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
29.0-29.9	29.5	4	605	118.0	3750.5	92.3664	63.1025
30.0-30.9	30.5	1	606	30.5	3781.0	92.5191	63.6157
31.0-31.9	31.5	6	612	189.0	3970.0	93.4351	66.7957
32.0-32.9	32.5	3	615	97.5	4067.5	93.8931	68.4361
33.0-33.9	33.5	3	618	100.5	4168.0	94.3511	70.1270
34.0-34.9	34.5	1	619	34.5	4202.5	94.5038	70.7075
35.0-35.9	35.5	3	622	106.5	4309.0	94.9618	72.4994
36.0-36.9	36.5	2	624	73.0	4382.0	95.2672	73.7276
37.0-37.9	37.5	3	627	112.5	4494.5	95.7252	75.6204
39.0-39.9	39.5	3	630	118.5	4613.0	96.1832	77.6142
40.0-40.9	40.5	2	632	81.0	4694.0	96.4885	78.9770
41.0-41.9	41.5	3	635	124.5	4818.5	96.9466	81.0718
42.0-42.9	42.5	2	637	85.0	4903.5	97.2519	82.5019
43.0-43.9	43.5	2	639	87.0	4990.5	97.5573	83.9657
44.0-44.9	44.5	1	640	44.5	5035.0	97.7099	84.7144
46.0-46.9	46.5	3	643	139.5	5174.5	98.1679	87.0615
48.0-48.9	48.5	1	644	48.5	5223.0	98.3206	87.8775
54.0-54.9	54.5	1	645	54.5	5277.5	98.4733	88.7945
55.0-55.9	55.5	2	647	111.0	5388.5	98.7786	90.6621
57.0-57.9	57.5	2	649	115.0	5503.5	99.0840	92.5970
59.0-59.9	59.5	1	650	59.5	5563.0	99.2366	93.5980
60.0-60.9	60.5	1	651	60.5	5623.5	99.3893	94.6160
62.0-62.9	62.5	1	652	62.5	5686.0	99.5420	95.6675
66.0-66.9	66.5	1	653	66.5	5752.5	99.6947	96.7864
86.0-86.9	86.5	1	654	86.5	5839.0	99.8473	98.2418
104.0-104.9	104.5	1	655	104.5	5943.5	100.0000	100.0000
Somatório		**655**		**5943.5**			

FONTE: A autora (2022).

TABELA 7 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA **SANTA FELICIDADE** (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
0.1-0.9	0.5	304	304	152.0	152.0	31.1157	1.1619
1.0-1.9	1.5	77	381	115.5	267.5	38.9969	2.0447
2.0-2.9	2.5	49	430	122.5	390.0	44.0123	2.9811
3.0-3.9	3.5	39	469	136.5	526.5	48.0041	4.0245
4.0-4.9	4.5	38	507	171.0	697.5	51.8936	5.3315
5.0-5.9	5.5	26	533	143.0	840.5	54.5548	6.4246
6.0-6.9	6.5	26	559	169.0	1009.5	57.2160	7.7164
7.0-7.9	7.5	21	580	157.5	1167.0	59.3654	8.9203
8.0-8.9	8.5	14	594	119.0	1286.0	60.7984	9.8299
9.0-9.9	9.5	19	613	180.5	1466.5	62.7431	11.2096
10.0-10.9	10.5	20	633	210.0	1676.5	64.7902	12.8148
11.0-11.9	11.5	14	647	161.0	1837.5	66.2231	14.0455

Continua...

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
12.0-12.9	12.5	17	664	212.5	2050.0	67.9632	15.6698
13.0-13.9	13.5	18	682	243.0	2293.0	69.8055	17.5272
14.0-14.9	14.5	16	698	232.0	2525.0	71.4432	19.3006
15.0-15.9	15.5	14	712	217.0	2742.0	72.8762	20.9593
16.0-16.9	16.5	13	725	214.5	2956.5	74.2068	22.5989
17.0-17.9	17.5	14	739	245.0	3201.5	75.6397	24.4716
18.0-18.9	18.5	15	754	277.5	3479.0	77.1750	26.5928
19.0-19.9	19.5	8	762	156.0	3635.0	77.9939	27.7852
20.0-20.9	20.5	13	775	266.5	3901.5	79.3245	29.8223
21.0-21.9	21.5	7	782	150.5	4052.0	80.0409	30.9727
22.0-22.9	22.5	8	790	180.0	4232.0	80.8598	32.3486
23.0-23.9	23.5	8	798	188.0	4420.0	81.6786	33.7856
24.0-24.9	24.5	7	805	171.5	4591.5	82.3951	35.0965
25.0-25.9	25.5	7	812	178.5	4770.0	83.1116	36.4609
26.0-26.9	26.5	5	817	132.5	4902.5	83.6233	37.4737
27.0-27.9	27.5	4	821	110.0	5012.5	84.0328	38.3145
28.0-28.9	28.5	6	827	171.0	5183.5	84.6469	39.6216
29.0-29.9	29.5	7	834	206.5	5390.0	85.3634	41.2001
30.0-30.9	30.5	5	839	152.5	5542.5	85.8751	42.3658
31.0-31.9	31.5	4	843	126.0	5668.5	86.2845	43.3289
32.0-32.9	32.5	5	848	162.5	5831.0	86.7963	44.5710
33.0-33.9	33.5	5	853	167.5	5998.5	87.3081	45.8513
34.0-34.9	34.5	5	858	172.5	6171.0	87.8199	47.1699
35.0-35.9	35.5	1	859	35.5	6206.5	87.9222	47.4412
36.0-36.9	36.5	4	863	146.0	6352.5	88.3316	48.5572
37.0-37.9	37.5	4	867	150.0	6502.5	88.7410	49.7038
38.0-38.9	38.5	6	873	231.0	6733.5	89.3552	51.4695
39.0-39.9	39.5	2	875	79.0	6812.5	89.5599	52.0734
40.0-40.9	40.5	2	877	81.0	6893.5	89.7646	52.6925
41.0-41.9	41.5	2	879	83.0	6976.5	89.9693	53.3270
42.0-42.9	42.5	6	885	255.0	7231.5	90.5834	55.2761
43.0-43.9	43.5	4	889	174.0	7405.5	90.9928	56.6062
44.0-44.9	44.5	5	894	222.5	7628.0	91.5046	58.3069
45.0-45.9	45.5	3	897	136.5	7764.5	91.8117	59.3503
46.0-46.9	46.5	4	901	186.0	7950.5	92.2211	60.7720
47.0-47.9	47.5	2	903	95.0	8045.5	92.4258	61.4982
48.0-48.9	48.5	2	905	97.0	8142.5	92.6305	62.2396
49.0-49.9	49.5	4	909	198.0	8340.5	93.0399	63.7531
50.0-50.9	50.5	5	914	252.5	8593.0	93.5517	65.6832
51.0-51.9	51.5	8	922	412.0	9005.0	94.3705	68.8324
52.0-52.9	52.5	3	925	157.5	9162.5	94.6776	70.0363
53.0-53.9	53.5	5	930	267.5	9430.0	95.1894	72.0810
54.0-54.9	54.5	3	933	163.5	9593.5	95.4964	73.3308
55.0-55.9	55.5	2	935	111.0	9704.5	95.7011	74.1792
56.0-56.9	56.5	1	936	56.5	9761.0	95.8035	74.6111
57.0-57.9	57.5	3	939	172.5	9933.5	96.1105	75.9297
58.0-58.9	58.5	2	941	117.0	10050.5	96.3153	76.8240
59.0-59.9	59.5	3	944	178.5	10229.0	96.6223	78.1884

Continua...

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
60.0-60.9	60.5	1	945	60.5	10289.5	96.7247	78.6509
61.0-61.9	61.5	3	948	184.5	10474.0	97.0317	80.0612
62.0-62.9	62.5	1	949	62.5	10536.5	97.1341	80.5389
64.0-64.9	64.5	1	950	64.5	10601.0	97.2364	81.0319
66.0-66.9	66.5	1	951	66.5	10667.5	97.3388	81.5402
67.0-67.9	67.5	2	953	135.0	10802.5	97.5435	82.5721
69.0-69.9	69.5	1	954	69.5	10872.0	97.6459	83.1034
71.0-71.9	71.5	1	955	71.5	10943.5	97.7482	83.6499
72.0-72.9	72.5	1	956	72.5	11016.0	97.8506	84.2041
77.0-77.9	77.5	1	957	77.5	11093.5	97.9529	84.7965
78.0-78.9	78.5	2	959	157.0	11250.5	98.1576	85.9966
79.0-79.9	79.5	2	961	159.0	11409.5	98.3623	87.2119
82.0-82.9	82.5	2	963	165.0	11574.5	98.5670	88.4732
84.0-84.9	84.5	1	964	84.5	11659.0	98.6694	89.1191
86.0-86.9	86.5	2	966	173.0	11832.0	98.8741	90.4414
88.0-88.9	88.5	1	967	88.5	11920.5	98.9765	91.1179
100.0-100.9	100.5	1	968	100.5	12021.0	99.0788	91.8861
105.0-105.9	105.5	1	969	105.5	12126.5	99.1812	92.6925
106.0-106.9	106.5	1	970	106.5	12233.0	99.2835	93.5066
108.0-108.9	108.5	2	972	217.0	12450.0	99.4882	95.1653
110.0-110.9	110.5	2	974	221.0	12671.0	99.6929	96.8546
115.0-115.9	115.5	1	975	115.5	12786.5	99.7953	97.7374
119.0-119.9	119.5	1	976	119.5	12906.0	99.8976	98.6509
176.0-176.9	176.5	1	977	176.5	13082.5	100.0000	100.0000
Somatório		**977**		**13082.5**			

FONTE: A autora (2022).

TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA **SÃO BRAZ** (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
0.1-0.9	0.5	245	245	122.5	122.5	31.9843	1.7695
1.0-1.9	1.5	79	324	118.5	241.0	42.2977	3.4811
2.0-2.9	2.5	43	367	107.5	348.5	47.9112	5.0339
3.0-3.9	3.5	29	396	101.5	450.0	51.6971	6.5001
4.0-4.9	4.5	40	436	180.0	630.0	56.9191	9.1001
5.0-5.9	5.5	26	462	143.0	773.0	60.3133	11.1657
6.0-6.9	6.5	35	497	227.5	1000.5	64.8825	14.4518
7.0-7.9	7.5	22	519	165.0	1165.5	67.7546	16.8352
8.0-8.9	8.5	14	533	119.0	1284.5	69.5822	18.5541
9.0-9.9	9.5	9	542	85.5	1370.0	70.7572	19.7891
10.0-10.9	10.5	11	553	115.5	1485.5	72.1932	21.4575
11.0-11.9	11.5	9	562	103.5	1589.0	73.3681	22.9525
12.0-12.9	12.5	18	580	225.0	1814.0	75.7180	26.2025
13.0-13.9	13.5	9	589	121.5	1935.5	76.8930	27.9575
14.0-14.9	14.5	12	601	174.0	2109.5	78.4595	30.4709

Continua...

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
15.0-15.9	15.5	10	611	155.0	2264.5	79.7650	32.7098
16.0-16.9	16.5	9	620	148.5	2413.0	80.9399	34.8548
17.0-17.9	17.5	11	631	192.5	2605.5	82.3760	37.6354
18.0-18.9	18.5	10	641	185.0	2790.5	83.6815	40.3077
19.0-19.9	19.5	13	654	253.5	3044.0	85.3786	43.9694
20.0-20.9	20.5	4	658	82.0	3126.0	85.9008	45.1538
21.0-21.9	21.5	6	664	129.0	3255.0	86.6841	47.0172
22.0-22.9	22.5	4	668	90.0	3345.0	87.2063	48.3172
23.0-23.9	23.5	6	674	141.0	3486.0	87.9896	50.3539
24.0-24.9	24.5	10	684	245.0	3731.0	89.2950	53.8928
25.0-25.9	25.5	5	689	127.5	3858.5	89.9478	55.7345
26.0-26.9	26.5	6	695	159.0	4017.5	90.7311	58.0312
27.0-27.9	27.5	5	700	137.5	4155.0	91.3838	60.0173
28.0-28.9	28.5	5	705	142.5	4297.5	92.0366	62.0757
29.0-29.9	29.5	5	710	147.5	4445.0	92.6893	64.2063
30.0-30.9	30.5	5	715	152.5	4597.5	93.3420	66.4091
31.0-31.9	31.5	2	717	63.0	4660.5	93.6031	67.3191
32.0-32.9	32.5	2	719	65.0	4725.5	93.8642	68.2580
33.0-33.9	33.5	3	722	100.5	4826.0	94.2559	69.7097
34.0-34.9	34.5	4	726	138.0	4964.0	94.7781	71.7030
35.0-35.9	35.5	2	728	71.0	5035.0	95.0392	72.7286
37.0-37.9	37.5	3	731	112.5	5147.5	95.4308	74.3536
38.0-38.9	38.5	2	733	77.0	5224.5	95.6919	75.4658
41.0-41.9	41.5	5	738	207.5	5432.0	96.3446	78.4631
42.0-42.9	42.5	3	741	127.5	5559.5	96.7363	80.3048
43.0-43.9	43.5	1	742	43.5	5603.0	96.8668	80.9331
44.0-44.9	44.5	2	744	89.0	5692.0	97.1279	82.2187
45.0-45.9	45.5	3	747	136.5	5828.5	97.5196	84.1904
46.0-46.9	46.5	1	748	46.5	5875.0	97.6501	84.8621
47.0-47.9	47.5	1	749	47.5	5922.5	97.7807	85.5482
49.0-49.9	49.5	4	753	198.0	6120.5	98.3029	88.4082
52.0-52.9	52.5	1	754	52.5	6173.0	98.4334	89.1665
54.0-54.9	54.5	2	756	109.0	6282.0	98.6945	90.7410
56.0-56.9	56.5	1	757	56.5	6338.5	98.8251	91.5571
57.0-57.9	57.5	1	758	57.5	6396.0	98.9556	92.3877
58.0-58.9	58.5	1	759	58.5	6454.5	99.0862	93.2327
60.0-60.9	60.5	1	760	60.5	6515.0	99.2167	94.1066
61.0-61.9	61.5	1	761	61.5	6576.5	99.3473	94.9949
63.0-63.9	63.5	1	762	63.5	6640.0	99.4778	95.9122
67.0-67.9	67.5	1	763	67.5	6707.5	99.6084	96.8872
68.0-68.9	68.5	1	764	68.5	6776.0	99.7389	97.8766
72.0-72.9	72.5	1	765	72.5	6848.5	99.8695	98.9239
74.0-74.9	74.5	1	766	74.5	6923.0	100.0000	100.0000
Somatório		**766**		**6923.0**			

FONTE: A autora (2022).

TABELA 9 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA **UMBARÁ** (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
0.1-0.9	0.5	312	312	156.0	156.0	33.6207	1.9481
1.0-1.9	1.5	85	397	127.5	283.5	42.7802	3.5402
2.0-2.9	2.5	53	450	132.5	416.0	48.4914	5.1948
3.0-3.9	3.5	49	499	171.5	587.5	53.7716	7.3364
4.0-4.9	4.5	41	540	184.5	772.0	58.1897	9.6404
5.0-5.9	5.5	26	566	143.0	915.0	60.9914	11.4261
6.0-6.9	6.5	23	589	149.5	1064.5	63.4698	13.2930
7.0-7.9	7.5	28	617	210.0	1274.5	66.4871	15.9153
8.0-8.9	8.5	20	637	170.0	1444.5	68.6422	18.0382
9.0-9.9	9.5	21	658	199.5	1644.0	70.9052	20.5295
10.0-10.9	10.5	19	677	199.5	1843.5	72.9526	23.0207
11.0-11.9	11.5	19	696	218.5	2062.0	75.0000	25.7493
12.0-12.9	12.5	16	712	200.0	2262.0	76.7241	28.2468
13.0-13.9	13.5	16	728	216.0	2478.0	78.4483	30.9441
14.0-14.9	14.5	18	746	261.0	2739.0	80.3879	34.2033
15.0-15.9	15.5	17	763	263.5	3002.5	82.2198	37.4938
16.0-16.9	16.5	13	776	214.5	3217.0	83.6207	40.1723
17.0-17.9	17.5	4	780	70.0	3287.0	84.0517	41.0465
18.0-18.9	18.5	12	792	222.0	3509.0	85.3448	43.8187
19.0-19.9	19.5	7	799	136.5	3645.5	86.0991	45.5232
20.0-20.9	20.5	10	809	205.0	3850.5	87.1767	48.0832
21.0-21.9	21.5	8	817	172.0	4022.5	88.0388	50.2310
22.0-22.9	22.5	10	827	225.0	4247.5	89.1164	53.0407
23.0-23.9	23.5	4	831	94.0	4341.5	89.5474	54.2145
24.0-24.9	24.5	8	839	196.0	4537.5	90.4095	56.6621
25.0-25.9	25.5	9	848	229.5	4767.0	91.3793	59.5280
26.0-26.9	26.5	3	851	79.5	4846.5	91.7026	60.5207
27.0-27.9	27.5	5	856	137.5	4984.0	92.2414	62.2378
28.0-28.9	28.5	5	861	142.5	5126.5	92.7802	64.0172
29.0-29.9	29.5	4	865	118.0	5244.5	93.2112	65.4908
30.0-30.9	30.5	5	870	152.5	5397.0	93.7500	67.3951
31.0-31.9	31.5	6	876	189.0	5586.0	94.3966	69.7552
32.0-32.9	32.5	2	878	65.0	5651.0	94.6121	70.5669
33.0-33.9	33.5	3	881	100.5	5751.5	94.9353	71.8219
34.0-34.9	34.5	3	884	103.5	5855.0	95.2586	73.1144
35.0-35.9	35.5	1	885	35.5	5890.5	95.3664	73.5577
37.0-37.9	37.5	1	886	37.5	5928.0	95.4741	74.0260
38.0-38.9	38.5	2	888	77.0	6005.0	95.6897	74.9875
39.0-39.9	39.5	4	892	158.0	6163.0	96.1207	76.9605
40.0-40.9	40.5	2	894	81.0	6244.0	96.3362	77.9720
42.0-42.9	42.5	5	899	212.5	6456.5	96.8750	80.6256
43.0-43.9	43.5	1	900	43.5	6500.0	96.9828	81.1688
44.0-44.9	44.5	3	903	133.5	6633.5	97.3060	82.8359
45.0-45.9	45.5	2	905	91.0	6724.5	97.5216	83.9723

Continua...

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
46.0-46.9	46.5	1	906	46.5	6771.0	97.6293	84.5529
47.0-47.9	47.5	2	908	95.0	6866.0	97.8448	85.7393
48.0-48.9	48.5	3	911	145.5	7011.5	98.1681	87.5562
49.0-49.9	49.5	1	912	49.5	7061.0	98.2759	88.1743
50.0-50.9	50.5	1	913	50.5	7111.5	98.3836	88.8049
51.0-51.9	51.5	1	914	51.5	7163.0	98.4914	89.4481
52.0-52.9	52.5	2	916	105.0	7268.0	98.7069	90.7592
54.0-54.9	54.5	2	918	109.0	7377.0	98.9224	92.1204
55.0-55.9	55.5	1	919	55.5	7432.5	99.0302	92.8134
57.0-57.9	57.5	3	922	172.5	7605.0	99.3534	94.9675
59.0-59.9	59.5	1	923	59.5	7664.5	99.4612	95.7105
60.0-60.9	60.5	2	925	121.0	7785.5	99.6767	97.2215
69.0-69.9	69.5	2	927	139.0	7924.5	99.8922	98.9573
83.0-83.9	83.5	1	928	83.5	8008.0	100.0000	100.0000
Somatório		**928**		**8008.0**			

FONTE: A autora (2022).

TABELA 10 – DISTRIBUIÇÃO DA AMPLITUDE DE PRECIPITAÇÃO EM CLASSES 1 MM, NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO X, E QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA Y PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA **VISTA ALEGRE** (CEMADEN) ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
0.1-0.9	0.5	276	276	138.0	138.0	30.5310	1.6146
1.0-1.9	1.5	91	367	136.5	274.5	40.5973	3.2117
2.0-2.9	2.5	65	432	162.5	437.0	47.7876	5.1129
3.0-3.9	3.5	38	470	133.0	570.0	51.9912	6.6690
4.0-4.9	4.5	30	500	135.0	705.0	55.3097	8.2485
5.0-5.9	5.5	32	532	176.0	881.0	58.8496	10.3077
6.0-6.9	6.5	23	555	149.5	1030.5	61.3938	12.0569
7.0-7.9	7.5	26	581	195.0	1225.5	64.2699	14.3384
8.0-8.9	8.5	26	607	221.0	1446.5	67.1460	16.9241
9.0-9.9	9.5	21	628	199.5	1646.0	69.4690	19.2582
10.0-10.9	10.5	12	640	126.0	1772.0	70.7965	20.7324
11.0-11.9	11.5	17	657	195.5	1967.5	72.6770	23.0198
12.0-12.9	12.5	14	671	175.0	2142.5	74.2257	25.0673
13.0-13.9	13.5	21	692	283.5	2426.0	76.5487	28.3842
14.0-14.9	14.5	15	707	217.5	2643.5	78.2080	30.9290
15.0-15.9	15.5	17	724	263.5	2907.0	80.0885	34.0119
16.0-16.9	16.5	9	733	148.5	3055.5	81.0841	35.7494
17.0-17.9	17.5	15	748	262.5	3318.0	82.7434	38.8206
18.0-18.9	18.5	4	752	74.0	3392.0	83.1858	39.6864
19.0-19.9	19.5	11	763	214.5	3606.5	84.4027	42.1961
20.0-20.9	20.5	17	780	348.5	3955.0	86.2832	46.2735
21.0-21.9	21.5	7	787	150.5	4105.5	87.0575	48.0344
22.0-22.9	22.5	9	796	202.5	4308.0	88.0531	50.4037
23.0-23.9	23.5	10	806	235.0	4543.0	89.1593	53.1532
24.0-24.9	24.5	8	814	196.0	4739.0	90.0442	55.4464

Continua...

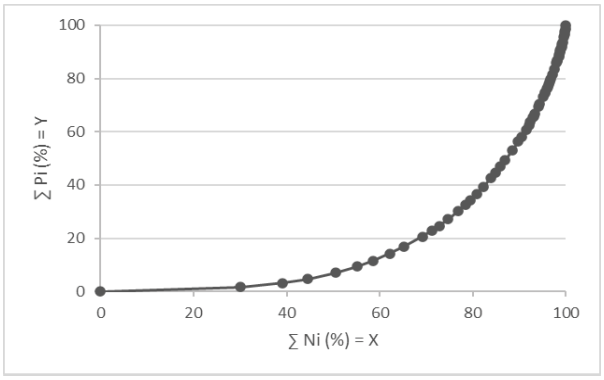
Classe de P(mm)	Mediana	Ni	∑Ni	Pi	∑Pi	∑Ni(%)=X	∑Pi(%)=Y
25.0-25.9	25.5	5	819	127.5	4866.5	90.5973	56.9381
26.0-26.9	26.5	4	823	106.0	4972.5	91.0398	58.1783
27.0-27.9	27.5	3	826	82.5	5055.0	91.3717	59.1436
28.0-28.9	28.5	2	828	57.0	5112.0	91.5929	59.8105
30.0-30.9	30.5	5	833	152.5	5264.5	92.1460	61.5947
31.0-31.9	31.5	6	839	189.0	5453.5	92.8097	63.8060
32.0-32.9	32.5	5	844	162.5	5616.0	93.3628	65.7073
33.0-33.9	33.5	3	847	100.5	5716.5	93.6947	66.8831
34.0-34.9	34.5	3	850	103.5	5820.0	94.0265	68.0941
35.0-35.9	35.5	4	854	142.0	5962.0	94.4690	69.7555
36.0-36.9	36.5	3	857	109.5	6071.5	94.8009	71.0366
38.0-38.9	38.5	4	861	154.0	6225.5	95.2434	72.8384
39.0-39.9	39.5	1	862	39.5	6265.0	95.3540	73.3006
40.0-40.9	40.5	2	864	81.0	6346.0	95.5752	74.2483
41.0-41.9	41.5	6	870	249.0	6595.0	96.2389	77.1616
42.0-42.9	42.5	3	873	127.5	6722.5	96.5708	78.6533
43.0-43.9	43.5	3	876	130.5	6853.0	96.9027	80.1802
45.0-45.9	45.5	1	877	45.5	6898.5	97.0133	80.7125
46.0-46.9	46.5	2	879	93.0	6991.5	97.2345	81.8006
47.0-47.9	47.5	4	883	190.0	7181.5	97.6770	84.0236
48.0-48.9	48.5	1	884	48.5	7230.0	97.7876	84.5911
49.0-49.9	49.5	4	888	198.0	7428.0	98.2301	86.9077
50.0-50.9	50.5	2	890	101.0	7529.0	98.4513	88.0894
53.0-53.9	53.5	3	893	160.5	7689.5	98.7832	89.9672
56.0-56.9	56.5	1	894	56.5	7746.0	98.8938	90.6283
61.0-61.9	61.5	1	895	61.5	7807.5	99.0044	91.3478
63.0-63.9	63.5	1	896	63.5	7871.0	99.1150	92.0908
64.0-64.9	64.5	1	897	64.5	7935.5	99.2257	92.8454
66.0-66.9	66.5	1	898	66.5	8002.0	99.3363	93.6235
74.0-74.9	74.5	1	899	74.5	8076.5	99.4469	94.4951
76.0-76.9	76.5	1	900	76.5	8153.0	99.5575	95.3902
77.0-77.9	77.5	1	901	77.5	8230.5	99.6681	96.2969
93.0-93.9	93.5	1	902	93.5	8324.0	99.7788	97.3909
110.0-110.9	110.5	1	903	110.5	8434.5	99.8894	98.6837
112.0-112.9	112.5	1	904	112.5	8547.0	100.0000	100.0000
Somatório		**904**		**8547.0**			

FONTE: A autora (2022).

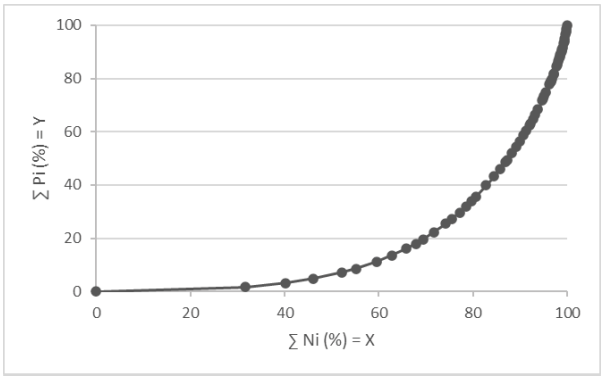
APÊNDICE 3 – GRÁFICOS PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO DE CHUVAS (IC) PARA AS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS CONSIDERADAS NESTE ESTUDO

FIGURAS 1 A 10 – GRÁFICOS DA CURVA DE PRECIPITAÇÃO NORMALIZADA, A PARTIR DO NÚMERO DE DIAS DE CHUVA ACUMULADO RELATIVO (X) PELA QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA RELATIVA (Y), NAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS BOA VISTA, BUTIATUVINHA, CACHOEIRA, CURITIBA/INMET, NOVO MUNDO, PILARZINHO, SANTA FELICIDADE, SÃO BRAZ, UMBARÁ, E VISTA ALEGRE, ENTRE AGOSTO DE 2015 E JANEIRO DE 2021

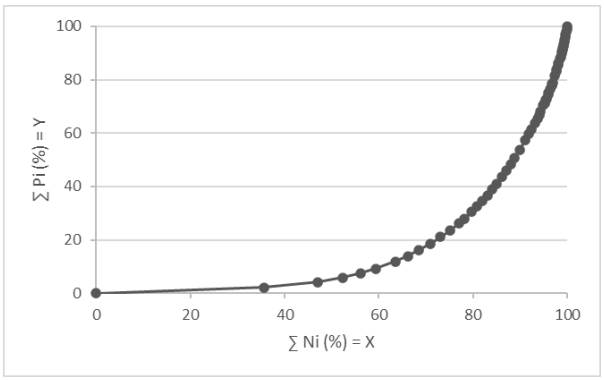
Boa Vista



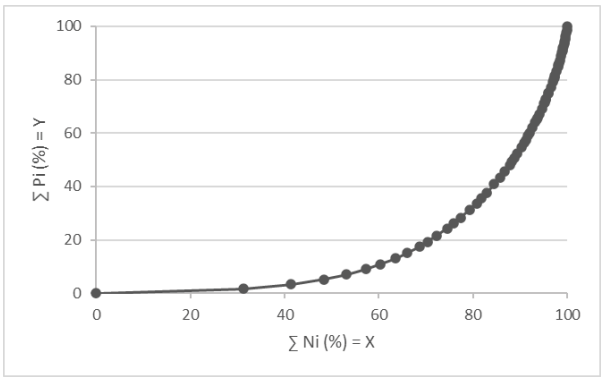
Butiatuvinha



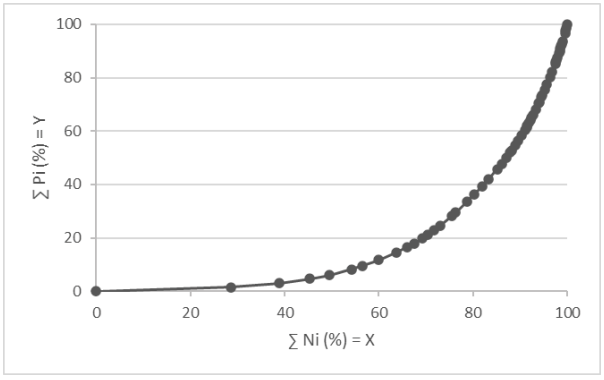
Cachoeira



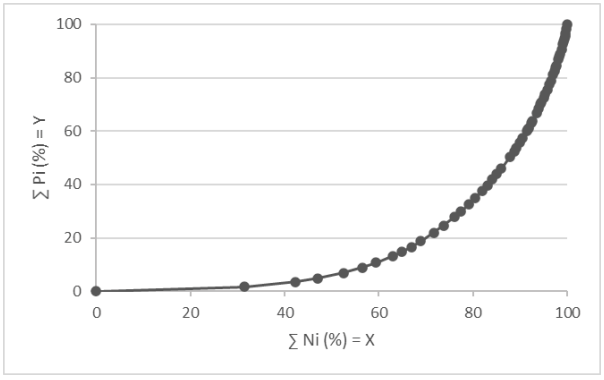
Curitiba



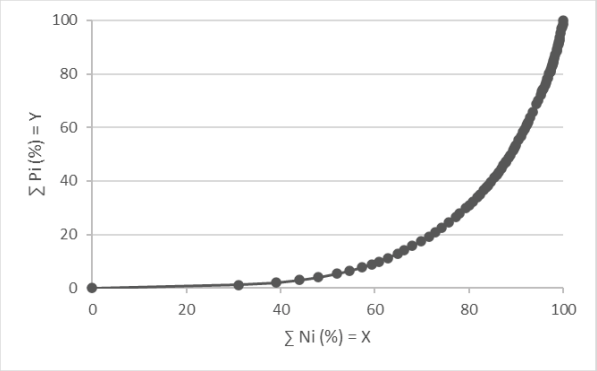
Novo Mundo



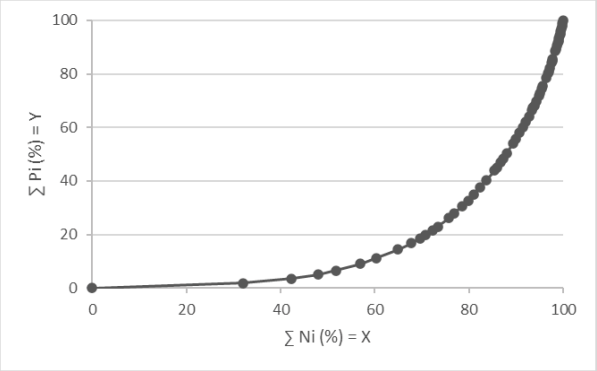
Pilarzinho



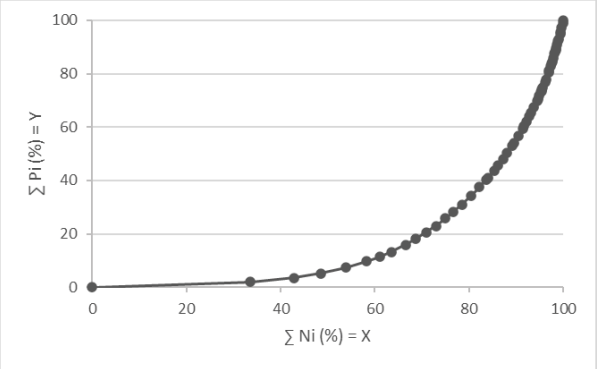
Santa Felicidade



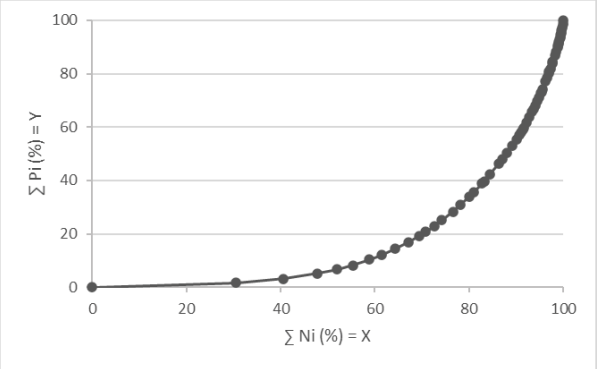
São Bráz



Umbará



Vista Alegre



FONTE: A autora (2022).

APÊNDICE 4 – COMPARAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO ANALÍTICO HIERÁRQUICO (AHP) REALIZADA POR CADA ESPECIALISTA CONSULTADO NESTE ESTUDO

TABELAS 1 A 16 – VALORES COMPARATIVOS ENTRE VARIÁVEIS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES (1 A 8) E DE QUALIDADE AMBIENTAL (9 A 16) DADOS POR CADA ESPECIALISTA

Variável	Valores comparativos - especialista em bacias hidrográficas ou inundações 1							
	IC	A	D	TWI	S	H	U	P
IC	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	0,11	0,14	0,33
A	0,33	1,00	1,00	1,00	0,33	0,11	0,11	1,00
D	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,11	0,20	3,00
TWI	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,11	0,11	1,00
S	1,00	3,00	1,00	3,00	1,00	0,11	0,20	5,00
H	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	1,00	1,00	9,00
U	7,00	9,00	5,00	9,00	5,00	1,00	1,00	9,00
P	3,00	1,00	0,33	1,00	0,20	0,11	0,11	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em bacias hidrográficas ou inundações 2							
	IC	A	D	TWI	S	H	U	P
IC	1,00	3,00	1,00	5,00	3,00	5,00	0,20	3,00
A	0,33	1,00	0,33	1,00	0,33	1,00	0,14	1,00
D	1,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	0,33	3,00
TWI	0,20	1,00	0,33	1,00	0,33	3,00	0,20	1,00
S	0,33	3,00	0,33	3,00	1,00	3,00	0,33	3,00
H	0,20	1,00	0,33	0,33	0,33	1,00	0,14	1,00
U	5,00	7,00	3,00	5,00	3,00	7,00	1,00	7,00
P	0,33	1,00	0,33	1,00	0,33	1,00	0,14	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em bacias hidrográficas ou inundações 3							
	IC	A	D	TWI	S	H	U	P
IC	1,00	3,00	0,11	0,20	0,33	0,20	0,11	0,11
A	0,33	1,00	0,14	5,00	5,00	3,00	0,14	1,00
D	9,00	7,00	1,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
TWI	5,00	0,20	0,14	1,00	3,00	5,00	0,20	5,00
S	3,00	0,20	0,14	0,33	1,00	0,20	0,20	0,20
H	5,00	0,33	0,14	0,20	5,00	1,00	0,33	5,00
U	9,00	7,00	0,14	5,00	5,00	3,00	1,00	7,00
P	9,00	1,00	0,14	0,20	5,00	0,20	0,14	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em bacias hidrográficas ou inundações 4							
	IC	A	D	TWI	S	H	U	P
IC	1,00	9,00	0,11	5,00	0,14	7,00	1,00	1,00
A	0,11	1,00	0,14	0,14	0,11	1,00	0,11	1,00
D	9,00	7,00	1,00	9,00	7,00	7,00	1,00	9,00
TWI	0,20	7,00	0,11	1,00	0,14	7,00	0,14	1,00
S	7,00	9,00	0,14	7,00	1,00	7,00	1,00	7,00
H	0,14	1,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,11	1,00
U	1,00	9,00	1,00	7,00	1,00	9,00	1,00	7,00
P	1,00	1,00	0,11	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em bacias hidrográficas ou inundações 5							
	IC	A	D	TWI	S	H	U	P
IC	1,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	0,33	5,00
A	0,20	1,00	0,11	0,33	0,11	0,20	0,11	0,20
D	0,20	9,00	1,00	9,00	1,00	3,00	1,00	0,33
TWI	0,20	3,00	0,11	1,00	0,20	0,33	0,20	0,33
S	0,20	9,00	1,00	5,00	1,00	7,00	1,00	9,00
H	0,33	5,00	0,33	3,00	0,14	1,00	0,33	9,00
U	3,00	9,00	1,00	5,00	1,00	3,00	1,00	9,00
P	0,20	5,00	3,00	3,00	0,11	0,11	0,11	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em bacias hidrográficas ou inundações 6							
	IC	A	D	TWI	S	H	U	P
IC	1,00	9,00	3,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00
A	0,11	1,00	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33
D	0,33	7,00	1,00	5,00	5,00	3,00	3,00	7,00
TWI	0,20	5,00	0,20	1,00	3,00	0,33	0,33	3,00
S	0,14	3,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	3,00
H	0,33	7,00	0,33	3,00	5,00	1,00	3,00	5,00
U	0,20	5,00	0,33	3,00	3,00	0,33	1,00	5,00
P	0,14	3,00	0,14	0,33	0,33	0,20	0,20	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em bacias hidrográficas ou inundações 7							
	IC	A	D	TWI	S	H	U	P
IC	1,00	9,00	1,00	1,00	3,00	0,33	1,00	3,00
A	0,11	1,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
D	1,00	9,00	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00
TWI	1,00	9,00	3,00	1,00	5,00	0,33	1,00	1,00
S	0,33	9,00	3,00	0,20	1,00	0,33	0,33	3,00
H	3,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00	3,00
U	1,00	9,00	3,00	1,00	3,00	1,00	1,00	5,00
P	0,33	9,00	1,00	1,00	0,33	0,33	0,20	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em bacias hidrográficas ou inundações 8							
	IC	A	D	TWI	S	H	U	P
IC	1,00	9,00	5,00	3,00	5,00	1,00	1,00	7,00
A	0,11	1,00	0,20	0,14	0,20	0,11	0,11	0,33
D	0,20	5,00	1,00	0,33	1,00	0,11	0,20	3,00
TWI	0,33	7,00	3,00	1,00	3,00	0,14	0,33	7,00
S	0,20	5,00	1,00	0,33	1,00	0,11	0,14	5,00
H	1,00	9,00	9,00	7,00	9,00	1,00	3,00	7,00
U	1,00	9,00	5,00	3,00	7,00	0,33	1,00	7,00
P	0,14	3,00	0,33	0,14	0,20	0,14	0,14	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em análise da paisagem urbana 1						
	CV	NVDI	T	AREA	SHAPE	CORE	ENN
CV	1,00	1,00	0,20	0,33	0,20	0,20	0,14
NDVI	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33
T	5,00	5,00	1,00	5,00	1,00	1,00	5,00
AREA	3,00	5,00	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20
SHAPE	5,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33
CORE	5,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33
ENN	7,00	3,00	1,00	5,00	3,00	3,00	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em análise da paisagem urbana 2						
	CV	NVDI	T	AREA	SHAPE	CORE	ENN
CV	1,00	0,14	0,11	0,20	5,00	3,00	0,11
NDVI	7,00	1,00	1,00	1,00	9,00	0,33	3,00
T	9,00	1,00	1,00	3,00	9,00	5,00	1,00
AREA	5,00	1,00	0,33	1,00	1,00	0,20	1,00
SHAPE	0,20	0,11	0,11	1,00	1,00	0,20	0,11
CORE	0,33	3,00	0,20	5,00	5,00	1,00	1,00
ENN	9,00	0,33	1,00	1,00	9,00	1,00	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em análise da paisagem urbana 3						
	CV	NVDI	T	AREA	SHAPE	CORE	ENN
CV	1,00	1,00	7,00	0,20	0,11	0,11	0,20
NDVI	1,00	1,00	7,00	1,00	9,00	9,00	0,20
T	0,14	0,14	1,00	0,20	1,00	3,00	0,14
AREA	5,00	1,00	5,00	1,00	0,11	0,11	1,00
SHAPE	9,00	0,11	1,00	9,00	1,00	1,00	0,11
CORE	9,00	0,11	0,33	9,00	1,00	1,00	0,11
ENN	5,00	5,00	7,00	1,00	9,00	9,00	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em análise da paisagem urbana 4						
	CV	NVDI	T	AREA	SHAPE	CORE	ENN
CV	1,00	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	0,20
NDVI	5,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00	1,00
T	5,00	1,00	1,00	3,00	3,00	5,00	3,00
AREA	3,00	0,33	0,33	1,00	3,00	5,00	3,00
SHAPE	3,00	0,33	0,33	0,33	1,00	0,20	1,00
CORE	3,00	0,33	0,20	0,20	5,00	1,00	0,20
ENN	5,00	1,00	0,33	0,33	1,00	5,00	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em análise da paisagem urbana 5						
	CV	NVDI	T	AREA	SHAPE	CORE	ENN
CV	1,00	1,00	0,33	5,00	5,00	0,33	0,20
NDVI	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,14
T	3,00	5,00	1,00	5,00	7,00	7,00	0,20
AREA	0,20	5,00	0,20	1,00	0,14	7,00	0,20
SHAPE	0,20	5,00	0,14	7,00	1,00	7,00	5,00
CORE	3,00	5,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14
ENN	5,00	7,00	5,00	5,00	0,20	7,00	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em análise da paisagem urbana 6						
	CV	NVDI	T	AREA	SHAPE	CORE	ENN
CV	1,00	5,00	7,00	5,00	9,00	5,00	5,00
NDVI	0,20	1,00	3,00	0,20	3,00	3,00	0,20
T	0,14	0,33	1,00	0,20	0,33	3,00	0,20
AREA	0,20	5,00	5,00	1,00	7,00	7,00	5,00
SHAPE	0,11	0,33	3,00	0,14	1,00	1,00	1,00
CORE	0,20	0,33	0,33	0,14	1,00	1,00	0,20
ENN	0,20	5,00	5,00	0,20	1,00	5,00	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em análise da paisagem urbana 7						
	CV	**NVDI**	**T**	**AREA**	**SHAPE**	**CORE**	**ENN**
CV	1,00	5,00	0,20	1,00	5,00	5,00	0,33
NDVI	0,20	1,00	0,11	0,14	0,33	3,00	0,11
T	5,00	9,00	1,00	1,00	1,00	9,00	0,33
AREA	1,00	7,00	1,00	1,00	7,00	7,00	0,14
SHAPE	0,20	3,00	1,00	0,14	1,00	3,00	0,11
CORE	0,20	0,33	0,11	0,14	0,33	1,00	0,11
ENN	3,00	9,00	3,00	7,00	9,00	9,00	1,00

Variável	Valores comparativos - especialista em análise da paisagem urbana 8						
	CV	**NVDI**	**T**	**AREA**	**SHAPE**	**CORE**	**ENN**
CV	1,00	7,00	9,00	1,00	5,00	5,00	3,00
NDVI	0,14	1,00	3,00	0,14	0,33	0,33	0,20
T	0,11	0,33	1,00	0,11	0,20	0,20	0,14
AREA	1,00	7,00	9,00	1,00	5,00	5,00	3,00
SHAPE	0,20	3,00	5,00	0,20	1,00	1,00	0,33
CORE	0,20	3,00	5,00	0,20	1,00	1,00	0,33
ENN	0,33	5,00	7,00	0,33	3,00	3,00	1,00

FONTE: A autora (2022).

APÊNDICE 5 – TERMO DE COMPROMISSO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARTE DO QUESTIONÁRIO APLICADO NESTE ESTUDO

Nós, a Profa. Dra. Daniela Biondi e a pesquisadora de doutorado Jennifer Viezzer, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), estamos convidando você, que reside na Mata Atlântica brasileira, a participar de um estudo intitulado “A influência das áreas de preservação permanente sobre a vulnerabilidade a inundações na Mata Atlântica”.
O objetivo desta pesquisa é analisar a contribuição das áreas de preservação permanente hídricas na adaptação das populações urbanas à vulnerabilidade a inundações. Este questionário online compõe a pesquisa e busca conhecer a percepção dos habitantes da Mata Atlântica sobre inundações e o meio ambiente.

Caso você concorde em participar da pesquisa, será necessário responder a esse questionário online, composto por perguntas de caráter sociodemográfico e econômico, sobre suas experiências e percepções sobre inundações, sobre suas atitudes perante o risco, sobre suas percepções e preferências ambientais, e sobre suas atitudes perante a natureza, o que levará aproximadamente 15 minutos.

É possível que você se sinta desconfortável respondendo ao questionário. Caso isso aconteça, você pode desistir a qualquer momento, basta fechar o navegador de acesso à pesquisa sem realizar o envio das informações.

Respondendo ao questionário, você irá refletir sobre as suas experiências, percepções e preferências ambientais e com isso contribuir com a pesquisa científica brasileira na área de conservação da natureza. Os benefícios esperados dessa pesquisa será considerar as suas percepções e das pessoas respondentes na tomada de decisões sobre processos de desenvolvimento urbano.

As pesquisadoras Daniela Biondi e Jennifer Viezzer, responsáveis por este estudo, poderão ser contatadas preferencialmente pelos e-mails dbiondi@ufpr.br e jen.viezzer@gmail.com para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

Devido a pandemia de COVID-19, as pesquisadoras estão realizando esta pesquisa em trabalho remoto, conforme Processo UFPR nº 23075.018270/2020-51, Despachos nº 38 e 43/2020/UFPR/R/GAB/SOC, e Resoluções nº 26, 40 e 42/2020-CEPE, que suspendem as atividades presenciais na UFPR. Quando as atividades retornarem, você pode nos localizar no Laboratório de Paisagismo do Centro de Ciências Florestais e da Madeira da UFPR, na Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, Campus Jardim Botânico, Curitiba, PR, CEP 80210-170, telefone (41) 3360-4310, durante os dias de semana, entre às 9:00h e às 18:00h.

A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento, basta fechar a página do questionário no navegador sem enviar as informações.

Os dados obtidos pelo questionário serão utilizados unicamente para essa pesquisa e serão descartados ao término do estudo e de suas publicações, dentro de cinco anos.

As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas: Daniela Biondi e Jennifer Viezzer. Qualquer informação divulgada em relatório ou publicação será feita sob forma codificada para que a sua identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade.

As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.

Informações pessoais, como nome ou número de identidade, não serão pedidas. Por isso, você terá a garantia de que quando os dados/resultados obtidos com este estudo forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo e-mail cometica.saude@ufpr.br e/ou telefone (41) 3360-7259, das 08:30h às 11:00h e das 14:00h às 16:00h. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo serem humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução n° 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e o objetivo do estudo do qual concordei em participar. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Eu concordo, voluntariamente, em participar deste estudo.

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD
Rua Padre Camargo, 285 | 1° andar | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br – telefone (041) 3360-7259

APÊNDICE 6 – CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES

TABELA 1 – CORRELAÇÕES DE PEARSON, SPEARMAN, E KENDALL PARA AS VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL

Pe.	**IC**	**A**	**D**	**TWI**	**S**	**H**	**U**	**P**	**IVI**
IC	1	-0,101 (0,000)***	-0,096 (0,000)***	-0,023 (0,036)*	0,021 (0,051)	0,141 (0,000)***	-0,011 (0,289)	0,032 (0,003)**	**0,308 (0,000)*****
A	-0,101 (0,000)***	1	0,396 (0,000)***	0,206 (0,000)***	0,620 (0,000)***	-0,080 (0,000)***	0,223 (0,000)***	0,080 (0,000)***	**0,458 (0,000)*****
D	-0,096 (0,000)***	0,396 (0,000)***	1	0,321 (0,000)***	0,319 (0,000)***	-0,130 (0,000)***	0,191 (0,000)***	0,033 (0,002)**	**0,419 (0,000)*****
TWI	-0,023 (0,036)*	0,206 (0,000)***	0,321 (0,000)***	1	0,097 (0,000)***	0,028 (0,009)**	0,061 (0,000)***	0,043 (0,000)***	**0,247 (0,000)*****
S	0,021 (0,051)	0,620 (0,000)***	0,319 (0,000)***	0,097 (0,000)***	1	-0,168 (0,000)***	0,163 (0,000)***	0,041 (0,000)***	**0,461 (0,000)*****
H	0,141 (0,000)***	-0,080 (0,000)***	-0,130 (0,000)***	0,028 (0,009)**	-0,168 (0,000)***	1	-0,248 (0,000)***	0,225 (0,000)***	**0,294 (0,000)*****
U	-0,011 (0,289)	0,223 (0,000)***	0,191 (0,000)***	0,061 (0,000)***	0,163 (0,000)***	-0,248 (0,000)***	1	0,073 (0,000)***	**0,642 (0,000)*****
P	0,032 (0,003)**	0,080 (0,000)***	0,033 (0,002)**	0,043 (0,000)***	0,041 (0,000)***	0,225 (0,000)***	0,073 (0,000)***	1	**0,344 (0,000)*****
IVI	**0,308 (0,000)*****	**0,458 (0,000)*****	**0,419 (0,000)*****	**0,247 (0,000)*****	**0,461 (0,000)*****	**0,294 (0,000)*****	**0,642 (0,000)*****	**0,344 (0,000)*****	**1**
Sp.	**IC**	**A**	**D**	**TWI**	**S**	**H**	**U**	**P**	**IVI**
IC	1	-0,035 (0,001)**	-0,090 (0,000)***	-0,031 (0,004)**	0,029 (0,007)**	0,148 (0,000)***	0,088 (0,000)***	0,034 (0,002)**	**0,341 (0,000)*****
A	-0,035 (0,001)**	1	0,409 (0,000)***	0,217 (0,000)***	0,670 (0,000)***	-0,050 (0,000)***	0,121 (0,000)***	0,036 (0,001)**	**0,465 (0,000)*****
D	-0,090 (0,000)***	0,409 (0,000)***	1	0,335 (0,000)***	0,335 (0,000)***	-0,131 (0,000)***	0,155 (0,000)***	0,008 (0,439)	**0,419 (0,000)*****
TWI	-0,031 (0,004)**	0,217 (0,000)***	0,335 (0,000)***	1	0,108 (0,000)***	-0,007 (0,500)	0,053 (0,000)***	0,036 (0,001)**	**0,245 (0,000)*****
S	0,029 (0,007)**	0,670 (0,000)***	0,335 (0,000)***	0,108 (0,000)***	1	-0,161 (0,000)***	0,130 (0,000)***	-0,009 (0,430)	**0,461 (0,000)*****
H	0,148 (0,000)***	-0,050 (0,000)***	-0,131 (0,000)***	-0,007 (0,500)	-0,161 (0,000)***	1	-0,244 (0,000)***	0,234 (0,000)***	**0,250 (0,000)*****
U	0,088 (0,000)***	0,121 (0,000)***	0,155 (0,000)***	0,053 (0,000)***	0,130 (0,000)***	-0,244 (0,000)***	1	0,063 (0,000)***	**0,623 (0,000)*****
P	0,034 (0,002)**	0,036 (0,001)**	0,008 (0,439)	0,036 (0,001)**	-0,009 (0,430)	0,234 (0,000)***	0,063 (0,000)***	1	**0,285 (0,000)*****
IVI	**0,341 (0,000)*****	**0,465 (0,000)*****	**0,419 (0,000)*****	**0,245 (0,000)*****	**0,461 (0,000)*****	**0,250 (0,000)*****	**0,623 (0,000)*****	**0,285 (0,000)*****	**1**
Ke.	**IC**	**A**	**D**	**TWI**	**S**	**H**	**U**	**P**	**IVI**
IC	1	-0,031 (0,001)**	-0,082 (0,000)***	-0,028 (0,005)**	0,026 (0,009)**	0,125 (0,000)***	0,080 (0,000)***	0,032 (0,002)**	**0,269 (0,000)*****
A	-0,031 (0,001)**	1	0,378 (0,000)***	0,199 (0,000)***	0,624 (0,000)***	-0,042 (0,000)***	0,105 (0,000)***	0,033 (0,001)**	**0,362 (0,000)*****
D	-0,082 (0,000)***	0,378 (0,000)***	1	0,319 (0,000)***	0,314 (0,000)***	-0,115 (0,000)***	0,141 (0,000)***	0,008 (0,438)	**0,339 (0,000)*****
TWI	-0,028 (0,005)**	0,199 (0,000)***	0,319 (0,000)***	1	0,101 (0,000)***	-0,007 (0,473)	0,048 (0,000)***	0,035 (0,001)**	**0,196 (0,000)*****
S	0,026 (0,009)**	0,624 (0,000)***	0,314 (0,000)***	0,101 (0,000)***	1	-0,139 (0,000)***	0,116 (0,000)***	-0,008 (0,434)	**0,366 (0,000)*****
H	0,125 (0,000)***	-0,042 (0,000)***	-0,115 (0,000)***	-0,007 (0,473)	-0,139 (0,000)***	1	-0,207 (0,000)***	0,208 (0,000)***	**0,188 (0,000)*****
U	0,080 (0,000)***	0,105 (0,000)***	0,141 (0,000)***	0,048 (0,000)***	0,116 (0,000)***	-0,207 (0,000)***	1	0,059 (0,000)***	**0,501 (0,000)*****

Continua...

Ke.	**IC**	**A**	**D**	**TWI**	**S**	**H**	**U**	**P**	**IVI**
P	0,032 (0,002)**	0,033 (0,001)**	0,008 (0,438)	0,035 (0,001)**	-0,008 (0,434)	0,208 (0,000)***	0,059 (0,000)***	1	**0,232 (0,000)*****
IVI	**0,269 (0,000)*****	**0,362 (0,000)*****	**0,339 (0,000)*****	**0,196 (0,000)*****	**0,366 (0,000)*****	**0,188 (0,000)*****	**0,501 (0,000)*****	**0,232 (0,000)*****	**1**

FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: IC = índice de concentração de chuvas; A = altitude; D = declividade, TWI = índice topográfico de umidade; S = tipo de solo; H = distância da hidrografia; U = tipo de uso e cobertura do solo; P = porção da bacia; IVI = índice de vulnerabilidade a inundações; Pe. = correlação de Pearson; Sp. = correlação de Spearman; Ke. = correlação de Kendall. Os coeficientes de correlação são apresentados com seus respectivos erros padrão em parênteses. A significância estatística é representada por asteriscos, em que * = valor-p < valor-α de 0,05; ** = valor-p < valor-α de 0,01; e *** = valor-p < valor-α de 0,001. Valores não significativos são apresentados em fonte cinza.

APÊNDICE 7 – CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL

TABELA 1 – CORRELAÇÕES DE PEARSON, SPEARMAN, E KENDALL PARA AS VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL

Pearson	**CV**	**NDVI**	**T**	**AREA**	**SHAPE**	**CORE**	**ENN**	**IQA**
CV	1	0,409 (0,000)***	0,141 (0,000)***	0,767 (0,000)***	0,848 (0,000)***	0,736 (0,000)***	0,899 (0,000)***	**0,933 (0,000)***
NDVI	0,409 (0,000)***	1	0,160 (0,000)***	0,302 (0,000)***	0,316 (0,000)***	0,272 (0,000)***	0,348 (0,000)***	**0,453 (0,000)***
T	0,141 (0,000)***	0,160 (0,000)***	1	0,107 (0,000)***	0,103 (0,000)***	0,108 (0,000)***	0,091 (0,000)***	**0,288 (0,000)***
AREA	0,767 (0,000)***	0,302 (0,000)***	0,107 (0,000)***	1	0,653 (0,000)***	0,885 (0,000)***	0,820 (0,000)***	**0,848 (0,000)***
SHAPE	0,848 (0,000)***	0,316 (0,000)***	0,103 (0,000)***	0,653 (0,000)***	1	0,743 (0,000)***	0,914 (0,000)***	**0,896 (0,000)***
CORE	0,736 (0,000)***	0,272 (0,000)***	0,108 (0,000)***	0,885 (0,000)***	0,743 (0,000)***	1	0,753 (0,000)***	**0,809 (0,000)***
ENN	0,899 (0,000)***	0,348 (0,000)***	0,091 (0,000)***	0,820 (0,000)***	0,914 (0,000)***	0,753 (0,000)***	1	**0,960 (0,000)***
IQA	**0,933 (0,000)***	**0,453 (0,000)***	**0,288 (0,000)***	**0,848 (0,000)***	**0,896 (0,000)***	**0,809 (0,000)***	**0,960 (0,000)***	**1**
Spearman	**CV**	**NDVI**	**T**	**AREA**	**SHAPE**	**CORE**	**ENN**	**IQA**
CV	1	0,370 (0,000)***	0,117 (0,000)***	0,625 (0,000)***	0,625 (0,000)***	0,625 (0,000)***	0,625 (0,000)***	**0,541 (0,000)***
NDVI	0,370 (0,000)***	1	0,129 (0,000)***	0,297 (0,000)***	0,297 (0,000)***	0,297 (0,000)***	0,297 (0,000)***	**0,737 (0,000)***
T	0,117 (0,000)***	0,129 (0,000)***	1	0,099 (0,000)***	0,098 (0,000)***	0,098 (0,000)***	0,097 (0,000)***	**0,314 (0,000)***
AREA	0,625 (0,000)***	0,297 (0,000)***	0,099 (0,000)***	1	0,999 (0,000)***	1,000 (0,000)***	1,000 (0,000)***	**0,371 (0,000)***
SHAPE	0,625 (0,000)***	0,297 (0,000)***	0,098 (0,000)***	0,999 (0,000)***	1	1,000 (0,000)***	1,000 (0,000)***	**0,371 (0,000)***
CORE	0,625 (0,000)***	0,297 (0,000)***	0,098 (0,000)***	1,000 (0,000)***	1,000 (0,000)***	1	1,000 (0,000)***	**0,371 (0,000)***
ENN	0,625 (0,000)***	0,297 (0,000)***	0,097 (0,000)***	1,000 (0,000)***	1,000 (0,000)***	1,000 (0,000)***	1	**0,371 (0,000)***
IQA	**0,541 (0,000)***	**0,737 (0,000)***	**0,314 (0,000)***	**0,371 (0,000)***	**0,371 (0,000)***	**0,371 (0,000)***	**0,371 (0,000)***	**1**
Kendall	**CV**	**NDVI**	**T**	**AREA**	**SHAPE**	**CORE**	**ENN**	**IQA**
CV	1	0,351 (0,000)***	0,115 (0,000)***	0,614 (0,000)***	0,613 (0,000)***	0,616 (0,000)***	0,617 (0,000)***	**0,512 (0,000)***
NDVI	0,351 (0,000)***	1	0,123 (0,000)***	0,283 (0,000)***	0,281 (0,000)***	0,283 (0,000)***	0,284 (0,000)***	**0,701 (0,000)***
T	0,115 (0,000)***	0,123 (0,000)***	1	0,098 (0,000)***	0,097 (0,000)***	0,098 (0,000)***	0,096 (0,000)***	**0,294 (0,000)***
AREA	0,614 (0,000)***	0,283 (0,000)***	0,098 (0,000)***	1	0,980 (0,000)***	0,995 (0,000)***	0,993 (0,000)***	**0,347 (0,000)***
SHAPE	0,613 (0,000)***	0,281 (0,000)***	0,097 (0,000)***	0,980 (0,000)***	1	0,990 (0,000)***	0,990 (0,000)***	**0,344 (0,000)***
CORE	0,616 (0,000)***	0,283 (0,000)***	0,098 (0,000)***	0,995 (0,000)***	0,990 (0,000)***	1	0,995 (0,000)***	**0,347 (0,000)***
ENN	0,617 (0,000)***	0,284 (0,000)***	0,096 (0,000)***	0,993 (0,000)***	0,990 (0,000)***	0,995 (0,000)***	1	**0,347 (0,000)***
IQA	**0,512 (0,000)***	**0,701 (0,000)***	**0,294 (0,000)***	**0,347 (0,000)***	**0,344 (0,000)***	**0,347 (0,000)***	**0,347 (0,000)***	**1**

FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: CV = tipo de cobertura vegetal; NDVI = índice de vegetação por diferença normalizada; T = tipologia de área verde; AREA = tamanho do remanescente de vegetação; SHAPE = forma do remanescente; CORE = efeito de borda do remanescente; ENN = conectividade entre remanescentes. Os coeficientes de correlação são apresentados com seus respectivos erros padrão em parênteses. A significância estatística é representada por asteriscos, em que * = valor-p < valor-α de 0,05; ** = valor-p < valor-α de 0,01; e *** = valor-p < valor-α de 0,001. Valores não significativos são apresentados em fonte cinza.

APÊNDICE 8 – CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES E AS VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL

TABELA 1 – CORRELAÇÕES DE PEARSON, SPEARMAN, E KENDALL ENTRE AS VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES E AS VARIÁVEIS E O ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL

Pearson	**CV**	**NDVI**	**T**	**AREA**	**SHAPE**	**CORE**	**ENN**	**IQA**
IC	0,096 (0,000)***	0,073 (0,000)***	0,044 (0,000)***	0,027 (0,012)*	0,075 (0,000)***	0,026 (0,018)*	0,067 (0,000)***	**0,079 (0,000)*****
A	-0,189 (0,000)***	-0,209 (0,000)***	-0,002 (0,858)	-0,155 (0,000)***	-0,146 (0,000)***	-0,097 (0,000)***	-0,186 (0,000)***	**-0,192 (0,000)*****
D	-0,196 (0,000)***	-0,182 (0,000)***	-0,066 (0,000)***	-0,162 (0,000)***	-0,146 (0,000)***	-0,118 (0,000)***	-0,178 (0,000)***	**-0,199 (0,000)*****
TWI	-0,072 (0,000)***	-0,056 (0,000)***	-0,008 (0,444)	-0,063 (0,000)***	-0,065 (0,000)***	-0,054 (0,000)***	-0,071 (0,000)***	**-0,074 (0,000)*****
S	-0,133 (0,000)***	-0,170 (0,000)***	0,009 (0,427)	-0,128 (0,000)***	-0,122 (0,000)***	-0,085 (0,000)***	-0,152 (0,000)***	**-0,151 (0,000)*****
H	0,260 (0,000)***	0,256 (0,000)***	0,103 (0,000)***	0,209 (0,000)***	0,213 (0,000)***	0,190 (0,000)***	0,233 (0,000)***	**0,268 (0,000)*****
U	-0,502 (0,000)***	-0,419 (0,000)***	0,032 (0,003)**	-0,347 (0,000)***	-0,380 (0,000)***	-0,331 (0,000)***	-0,402 (0,000)***	**-0,440 (0,000)*****
P	-0,017 (0,124)	-0,030 (0,006)**	-0,004 (0,709)	-0,016 (0,151)	-0,005 (0,662)	-0,008 (0,447)	-0,010 (0,340)	**-0,018 (0,103)**
IVI	**-0,279 (0,000)*****	**-0,245 (0,000)*****	**0,065 (0,000)*****	**-0,210 (0,000)*****	**-0,210 (0,000)*****	**-0,180 (0,000)*****	**-0,237 (0,000)*****	-0,247 (0,000)***
Spearman	**CV**	**NDVI**	**T**	**AREA**	**SHAPE**	**CORE**	**ENN**	**IQA**
IC	0,139 (0,000)***	0,045 (0,000)***	0,037 (0,001)**	0,050 (0,000)***	0,052 (0,000)***	0,050 (0,000)***	0,051 (0,000)***	**0,063 (0,000)*****
A	-0,132 (0,000)***	-0,174 (0,000)***	0,005 (0,677)	-0,162 (0,000)***	-0,160 (0,000)***	-0,160 (0,000)***	-0,162 (0,000)***	**-0,160 (0,000)*****
D	-0,177 (0,000)***	-0,160 (0,000)***	-0,046 (0,000)***	-0,159 (0,000)***	-0,158 (0,000)***	-0,158 (0,000)***	-0,159 (0,000)***	**-0,177 (0,000)*****
TWI	-0,072 (0,000)***	-0,064 (0,000)***	-0,013 (0,219)	-0,079 (0,000)***	-0,078 (0,000)***	-0,078 (0,000)***	-0,078 (0,000)***	**-0,066 (0,000)*****
S	-0,082 (0,000)***	-0,160 (0,000)***	0,012 (0,286)	-0,144 (0,000)***	-0,143 (0,000)***	-0,143 (0,000)***	-0,144 (0,000)***	**-0,145 (0,000)*****
H	0,228 (0,000)***	0,207 (0,000)***	0,088 (0,000)***	0,208 (0,000)***	0,207 (0,000)***	0,208 (0,000)***	0,208 (0,000)***	**0,222 (0,000)*****
U	-0,501 (0,000)***	-0,348 (0,000)***	0,005 (0,626)	-0,322 (0,000)***	-0,322 (0,000)***	-0,322 (0,000)***	-0,322 (0,000)***	**-0,446 (0,000)*****
P	-0,016 (0,150)	-0,012 (0,281)	0,009 (0,389)	0,004 (0,822)	0,004 (0,688)	0,004 (0,703)	0,004 (0,707)	**-0,032 (0,004)****
IVI	**-0,321 (0,000)*****	**-0,259 (0,000)*****	**0,025 (0,019)***	**-0,230 (0,000)*****	**-0,229 (0,000)*****	**-0,229 (0,000)*****	**-0,229 (0,000)*****	-0,301 (0,000)***
Kendall	**CV**	**NDVI**	**T**	**AREA**	**SHAPE**	**CORE**	**ENN**	**IQA**
IC	0,129 (0,000)***	0,040 (0,000)***	0,035 (0,001)**	0,047 (0,000)***	0,049 (0,000)***	0,047 (0,000)***	0,048 (0,000)***	**0,054 (0,000)*****
A	-0,122 (0,000)***	-0,157 (0,000)***	0,004 (0,676)	-0,151 (0,000)***	-0,149 (0,000)***	-0,150 (0,000)***	-0,152 (0,000)***	**-0,140 (0,000)*****
D	-0,170 (0,000)***	-0,150 (0,000)***	-0,044 (0,000)***	-0,154 (0,000)***	-0,153 (0,000)***	-0,154 (0,000)***	-0,155 (0,000)***	**-0,162 (0,000)*****
TWI	-0,069 (0,000)***	-0,060 (0,000)***	-0,013 (0,219)	-0,076 (0,000)***	-0,075 (0,000)***	-0,075 (0,000)***	-0,076 (0,000)***	**-0,060 (0,000)*****
S	-0,078 (0,000)***	-0,148 (0,000)***	-0,011 (0,286)	-0,137 (0,000)***	-0,135 (0,000)***	-0,136 (0,000)***	-0,138 (0,000)***	**-0,130 (0,000)*****
H	0,203 (0,000)***	0,178 (0,000)***	0,079 (0,000)***	0,186 (0,000)***	0,185 (0,000)***	0,186 (0,000)***	0,186 (0,000)***	**0,187 (0,000)*****

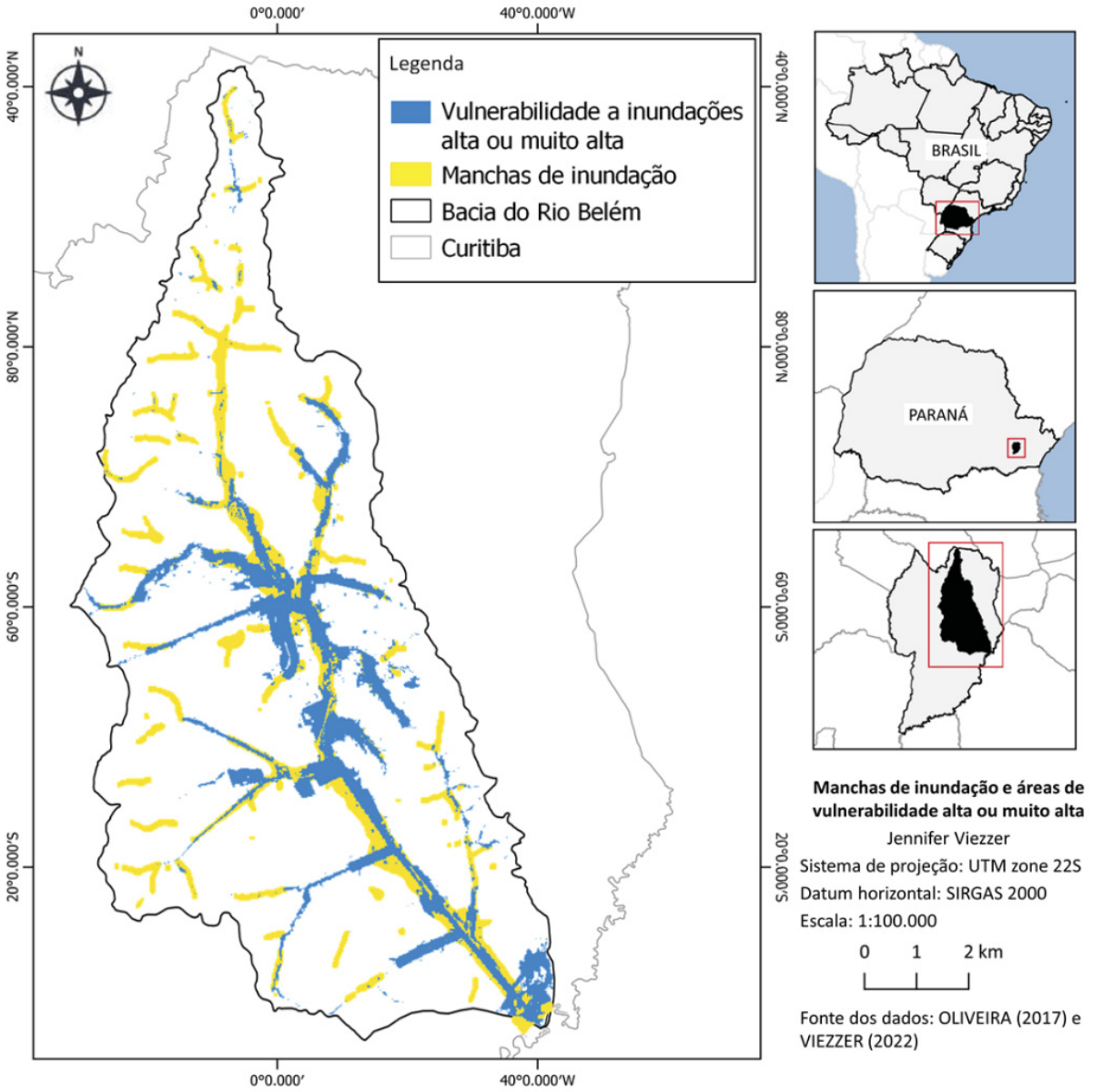
Continua...

Kendall	**CV**	**NDVI**	**T**	**AREA**	**SHAPE**	**CORE**	**ENN**	**IQA**
U	-0,461 (0,000)***	-0,357 (0,000)***	0,005 (0,617)	-0,298 (0,000)***	-0,298 (0,000)***	-0,299 (0,000)***	-0,300 (0,000)***	**-0,407 (0,000)*****
P	-0,015 (0,151)	0,009 (0,390)	0,011 (0,283)	0,004 (0,723)	0,004 (0,687)	0,004 (0,703)	0,004 (0,707)	**-0,029 (0,004)****
IVI	**-0,260 (0,000)*****	**-0,207 (0,000)*****	**0,021 (0,018)***	**-0,187 (0,000)*****	**-0,185 (0,000)*****	**-0,187 (0,000)*****	**-0,187 (0,000)*****	**-0,236 (0,000)*****

FONTE: A autora (2022).

LEGENDA: CV = tipo de cobertura vegetal; NDVI = índice de vegetação por diferença normalizada; T = tipologia de área verde; AREA = tamanho do remanescente de vegetação; SHAPE = forma do remanescente; CORE = efeito de borda do remanescente; ENN = conectividade entre remanescentes; IC = índice de concentração de chuvas; A = altitude; D = declividade, TWI = índice topográfico de umidade; S = tipo de solo; H = distância da hidrografia; U = tipo de uso e cobertura do solo; P = porção da bacia; IVI = índice de vulnerabilidade a inundações. Os coeficientes de correlação são apresentados com seus respectivos erros padrão em parênteses. A significância estatística é representada por asteriscos, em que * = valor-p < valor-α de 0,05; ** = valor-p < valor-α de 0,01; e *** = valor-p < valor-α de 0,001. Valores não significativos são apresentados em fonte cinza.

APÊNDICE 9 – MANCHAS DE INUNDAÇÃO E ÁREAS DE VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES ALTA OU MUITO ALTA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL



FONTE: A autora (2022).

ANEXO 1 – DOCUMENTO DE APROVAÇÃO DO QUESTIONÁRIO APLICADO NESTE ESTUDO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP/UFPR)

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - SCS/UFPR

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A influência das áreas de preservação permanente sobre a vulnerabilidade a inundações na Mata Atlântica

Pesquisador: Daniela Biondi Batista

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 42594721.2.0000.0102

Instituição Proponente: Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.718.337

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa de doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, intitulado "A influência das áreas de preservação permanente sobre a vulnerabilidade a inundações na Mata Atlântica" da pesquisadora Jennifer Viezzer sob a orientação da Profa. Dra. Daniela Biondi Batista. Período da pesquisa: Entre abril e agosto de 2021.

"Entre junho e julho de 2021: Divulgação do questionário".

"Entre junho e agosto de 2021: Recebimento de respostas".

Segundo as autoras:

"Assume-se que a ausência de vegetação nativa em áreas de preservação permanente (APP) ao longo dos rios urbanos aumenta a vulnerabilidade das populações a inundações na Mata Atlântica e, por isso, a conservação e a recuperação dessa vegetação seria necessária para reduzir a vulnerabilidade das pessoas aos impactos das inundações. Entretanto, dados qualitativos que demonstrem como os serviços ecossistêmicos prestados pelas APP hídricas são escassos, enquanto medidas convencionais de infraestrutura possuem informações amplas e consolidadas. Essa lacuna de conhecimento prejudica a seleção e priorização de soluções baseadas na natureza pelos tomadores de decisão. Para isso, propõe-se explorar as relações entre essa vegetação e a

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar
Bairro: Alto da Glória **CEP:** 80.060-240
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3360-7259 **E-mail:** cometica.saude@ufpr.br

ocorrência de inundações considerando três alvos de pesquisa: (1) todos os municípios do Bioma Mata Atlântica; (2) a Bacia Hidrográfica do Rio Belém, em Curitiba-PR; e (3) as pessoas que habitam o bioma".

"As inundações estão cada vez mais frequentes e afetando mais pessoas. Nos últimos 100 anos, 7 milhões de vidas foram perdidas pelos impactos das inundações no mundo. No Brasil, o caso mais fatídico foi o da Região Serrana do Rio de Janeiro, em 2011, quando inundações e deslizamentos tiraram mais de 900 vidas e mais de 1 milhão de pessoas foram diretamente afetadas".

"Cidades possuem alta vulnerabilidade a inundações devido ao seu uso e cobertura do solo alterados, baixa cobertura vegetal, impermeabilização do solo, e rios urbanos profundamente modificados. Entre as soluções para esses problemas estão a conservação e recuperação da vegetação nas margens dos rios, que regulam o ciclo da água".

"Considerar as experiências, percepções e preferências das pessoas no planejamento urbano é chave para a execução de boas práticas ambientais e para a educação ambiental da população".

"Considerar as experiências, percepções e preferências das pessoas é essencial aos processos de desenvolvimento urbano, o que garante políticas mais assertivas, cumpre a função de educação para os cidadãos, e de envolvimento dos mesmos em suas comunidades (ONU-HABITAT; COLAB, 2020). Isso é especialmente verdade em análises de vulnerabilidade a inundações, onde o papel das percepções de risco e de soluções é reconhecidamente importante (BURNS; SLOVIC, 2012; BIRKHOLZ et al., 2014)".

"As populações com piores condições socioeconômicas são as que menos contribuem para a emissão de gases do efeito estudo e, então, para a mudança do clima, ao mesmo tempo que são as mais vulneráveis ao seus impactos, como os decorrentes das inundações, e muitas vezes essas populações são excluídas dos benefícios das medidas de adaptação se não são consultadas durante as análises de vulnerabilidade (ANGUELOVSKI et al., 2016)".

"Nesta pesquisa, pretende-se comparar as experiências e percepções das pessoas em relação a inundações e a possíveis soluções com caracterizações das suas atitudes perante o risco (conforme Douglas e Wildavsky, 1982) e perante a natureza (segundo Nisbet, 2013). As atitudes perante o risco classificam as pessoas nas categorias: individualista, igualitária, hierárquica e fatalista; enquanto as atitudes perante a natureza demonstram o grau de proximidade da pessoa com a natureza. Com isso, espera-se investigar se pessoas com as mesmas atitudes perante o risco e ou perante a natureza possuem experiências e percepções semelhantes em relação a inundações e suas soluções".

"Para conhecer suas vivências, percepções e preferências sobre inundações e a conservação e

recuperação de APPs urbanas, pretende-se aplicar um questionário online, disponível por meio da plataforma Google Forms ou similar". "O questionário desenvolvido (Anexo 1) é composto por 34 perguntas, divididas em 5 partes: dados sociodemográficos e econômicos; experiências e percepções sobre inundações; atitudes perante o risco; percepção e preferências ambientais; e atitudes perante a natureza". "Após a elaboração, um questionário piloto foi aplicado internamente em colegas da mesma linha de pesquisa a fim de ajustar o conteúdo, esclarecer dúvidas e remover ambiguidades. Isso também possibilitou estimar o tempo de resposta do questionário em aproximadamente 15 minutos".

"A população a ser estudada foi estabelecida como pessoas habitantes dos municípios do Bioma Mata Atlântica, com idade igual ou superior a 18 anos".

"Considerando um nível de confiança de 95%, uma quantidade de acertos esperados de 50%, e uma margem de erro de 5% para a população de 69 milhões, encontra-se o tamanho da amostra de 384 participantes necessários para representar os habitantes da Mata Atlântica".

"O questionário online será divulgado em listas de e-mails e redes sociais, convidando a população a participar da pesquisa. O método de divulgação será "bola de neve", quando se pede para que os participantes também divulguem o questionário entre seus contatos e assim sucessivamente. A divulgação contará também com o apoio da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana".

Critérios de inclusão: "Serão considerados apenas os participantes com idade igual ou superior a 18 anos, habitantes dos municípios que compõem o Bioma Mata Atlântica".

Critérios de exclusão: "ter abaixo de 18 anos e não ser habitante dos municípios do Bioma Mata Atlântica".

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral

- Analisar a contribuição da vegetação presente em áreas de preservação permanente (APP) hídricas na adaptação das populações urbanas aos impactos das inundações na Mata Atlântica.

Objetivos Específicos

- Caracterizar os municípios da Mata Atlântica quanto a indicadores de urbanização, socioeconômicos, ambientais, de conservação das APPs, e de vulnerabilidade a inundações, e estudar as relações entre esses indicadores.
- Caracterizar a Bacia Hidrográfica do Rio Belém, em Curitiba-PR, quanto a variáveis

meteorológicas, climáticas, topográficas, pedológicas, hidrográficas, de uso e cobertura do solo, de urbanização, de cobertura vegetal, e de qualidade da paisagem, e estudar as relações entre essas variáveis.
- Caracterizar a população habitante da Mata Atlântica quanto a aspectos sociodemográficos e econômicos, e a atitudes perante o risco e a natureza, e conhecer suas vivências, percepções e preferências sobre inundações e a conservação e recuperação de APPs urbanas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:
Segundo as autoras:
RISCOS:
"A aplicação de questionários por meio de plataforma online pode excluir pessoas que não tem acesso à internet, além de pessoas com dificuldades no uso de tecnologias. Os participantes podem se sentir desconfortáveis ou desmotivados a responder a um questionário online".

BENEFÍCIOS:
"Espera-se que os resultados desta pesquisa ajudem a embasar políticas públicas de redução de risco de desastres, especificamente de inundações nos municípios da Mata Atlântica, por meio de Soluções baseadas na Natureza".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
Não há.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Adequados.

Recomendações:
Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:
Pendências atendidas – Parecer de aprovação.
Favor inserir em seu TCLE e TALE o número do CAAE e o número do Parecer de aprovação, para que possa aplicar aos participantes de sua pesquisa, conforme decisão da Coordenação do CEP/SD de 13 de julho de 2020.
Após o isolamento, retornaremos à obrigatoriedade do carimbo e assinatura nos termos dos novos projetos.

Qualquer dúvida, retornar e-mail ou pelo WhatsApp 41-3360-7259.

Considerações Finais a critério do CEP:

Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA. Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo.

Emenda – ver modelo de carta em nossa página: www.cometica.ufpr.br (obrigatório envio)

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇOES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1693451.pdf	10/05/2021 14:04:08		Aceito
Outros	Carta_resposta_2.docx	10/05/2021 14:02:28	JENNIFER VIEZZER	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_PESQUISA_DETALHADO_corrigido_2.docx	10/05/2021 14:01:47	JENNIFER VIEZZER	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	12_TCLE_corrigido_2.docx	10/05/2021 14:01:24	JENNIFER VIEZZER	Aceito
Outros	Carta_resposta.docx	07/04/2021 10:54:59	JENNIFER VIEZZER	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	12_TCLE_corrigido.docx	29/03/2021 14:41:32	JENNIFER VIEZZER	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_PESQUISA_DETALHADO_corrigido.docx	29/03/2021 14:41:20	JENNIFER VIEZZER	Aceito
Outros	02_ATA_APROVACAO_PROJETO_TITULO.pdf	29/01/2021 11:13:21	JENNIFER VIEZZER	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	12_TCLE.docx	28/01/2021 10:04:44	JENNIFER VIEZZER	Aceito

Ausência	12_TCLE.docx	28/01/2021 10:04:44	JENNIFER VIEZZER	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_PESQUISA_DETALHADO.docx	26/01/2021 09:30:28	Daniela Biondi Batista	Aceito
Declaração de Pesquisadores	08_DECLARACAO_COMPROMISSO_EQUIPE.pdf	26/01/2021 09:29:48	Daniela Biondi Batista	Aceito
Outros	03_ANALISE_MERITO_CIENTIFICO.pdf	26/01/2021 09:29:21	Daniela Biondi Batista	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	01_CARTA_ENCAMINHAMENTO_PESQUISADOR_CEP.pdf	26/01/2021 09:25:53	Daniela Biondi Batista	Aceito
Outros	00_CHECK_LIST_DOCUMENTAL.pdf	26/01/2021 09:25:18	Daniela Biondi Batista	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	26/01/2021 09:22:03	Daniela Biondi Batista	Aceito

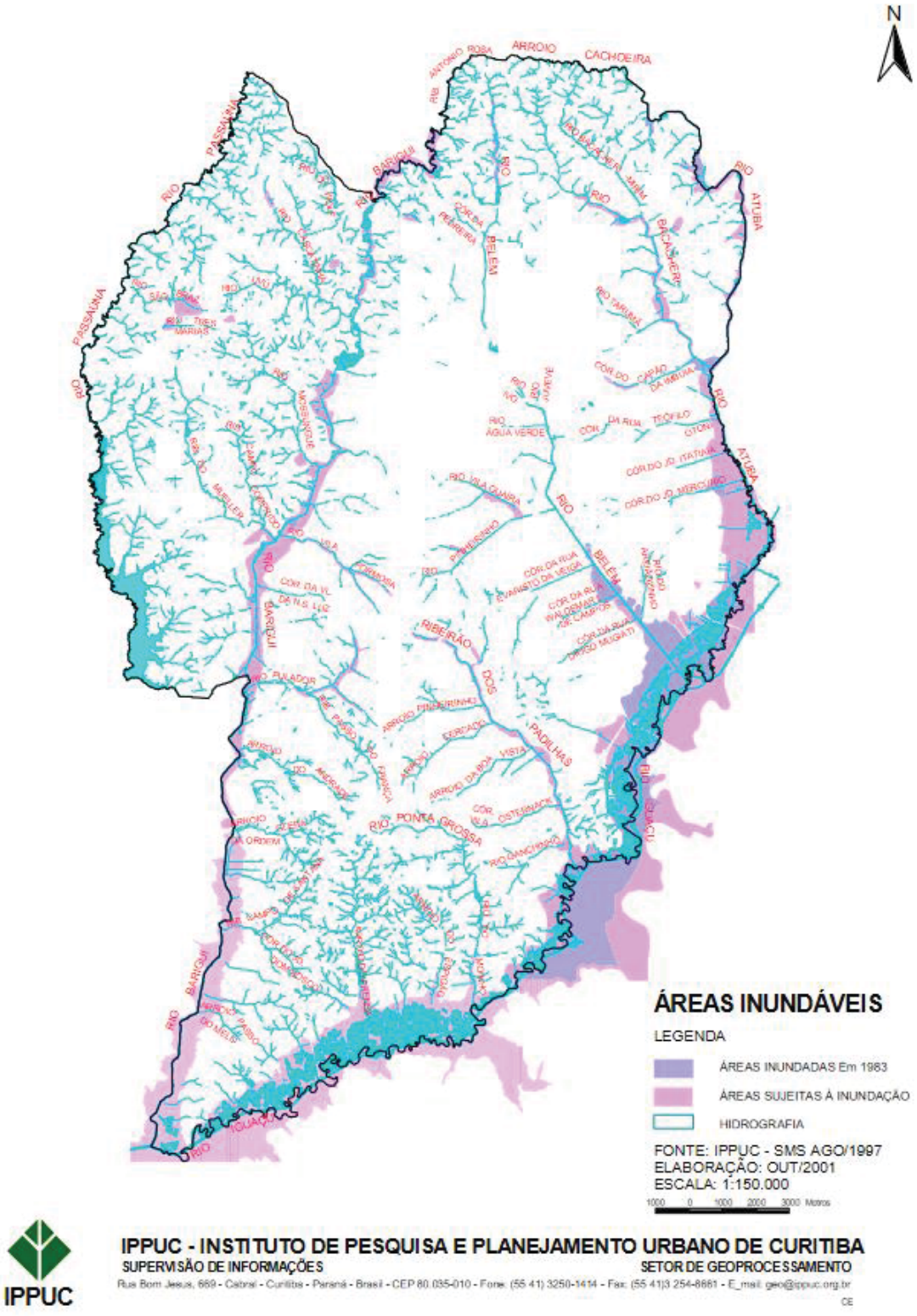
Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

CURITIBA, 18 de Maio de 2021

Assinado por:
IDA CRISTINA GUBERT
(Coordenador(a))

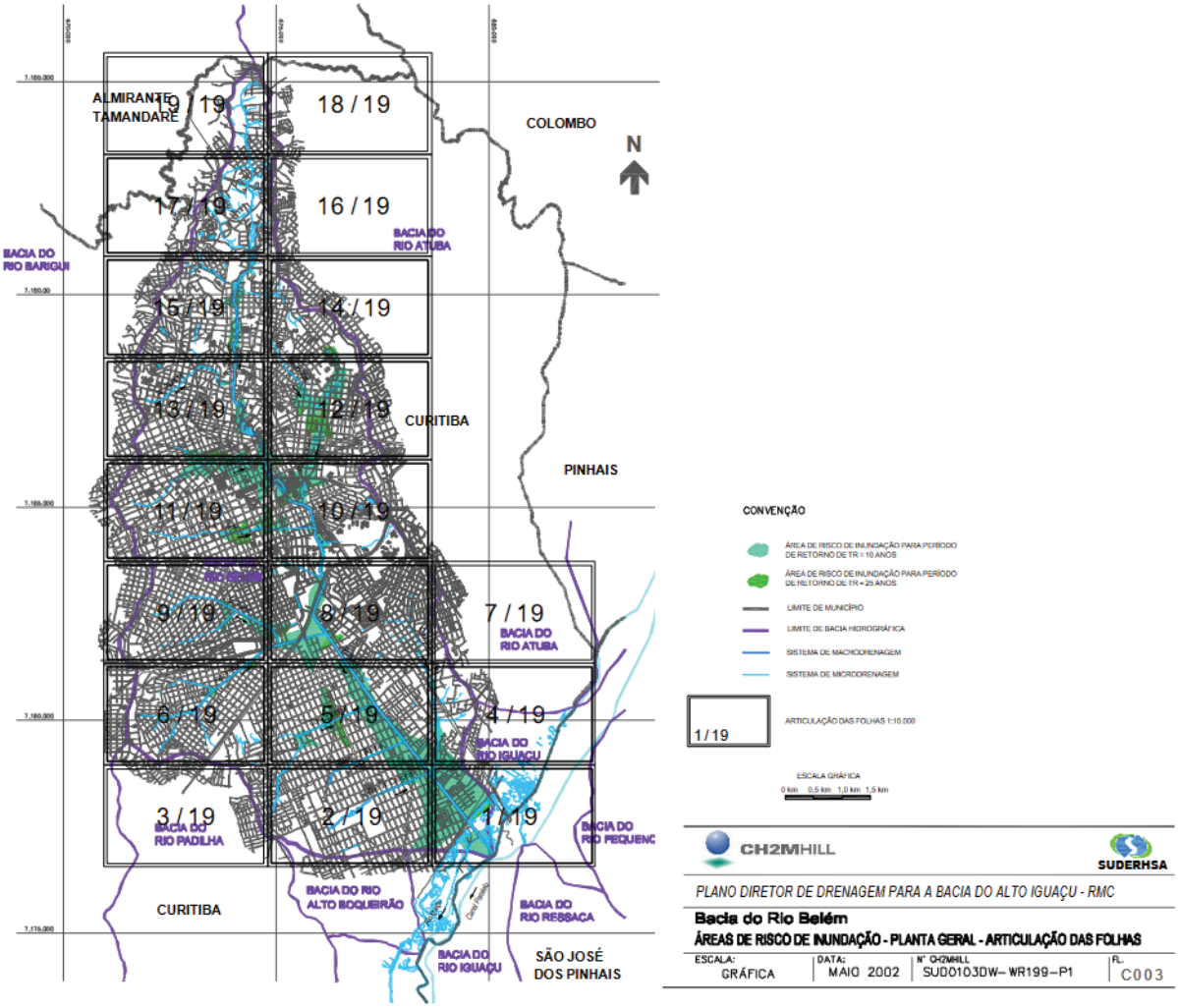
ANEXO 2 – ÁREAS INUNDÁVEIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL



FONTE: IPPUC (2001).

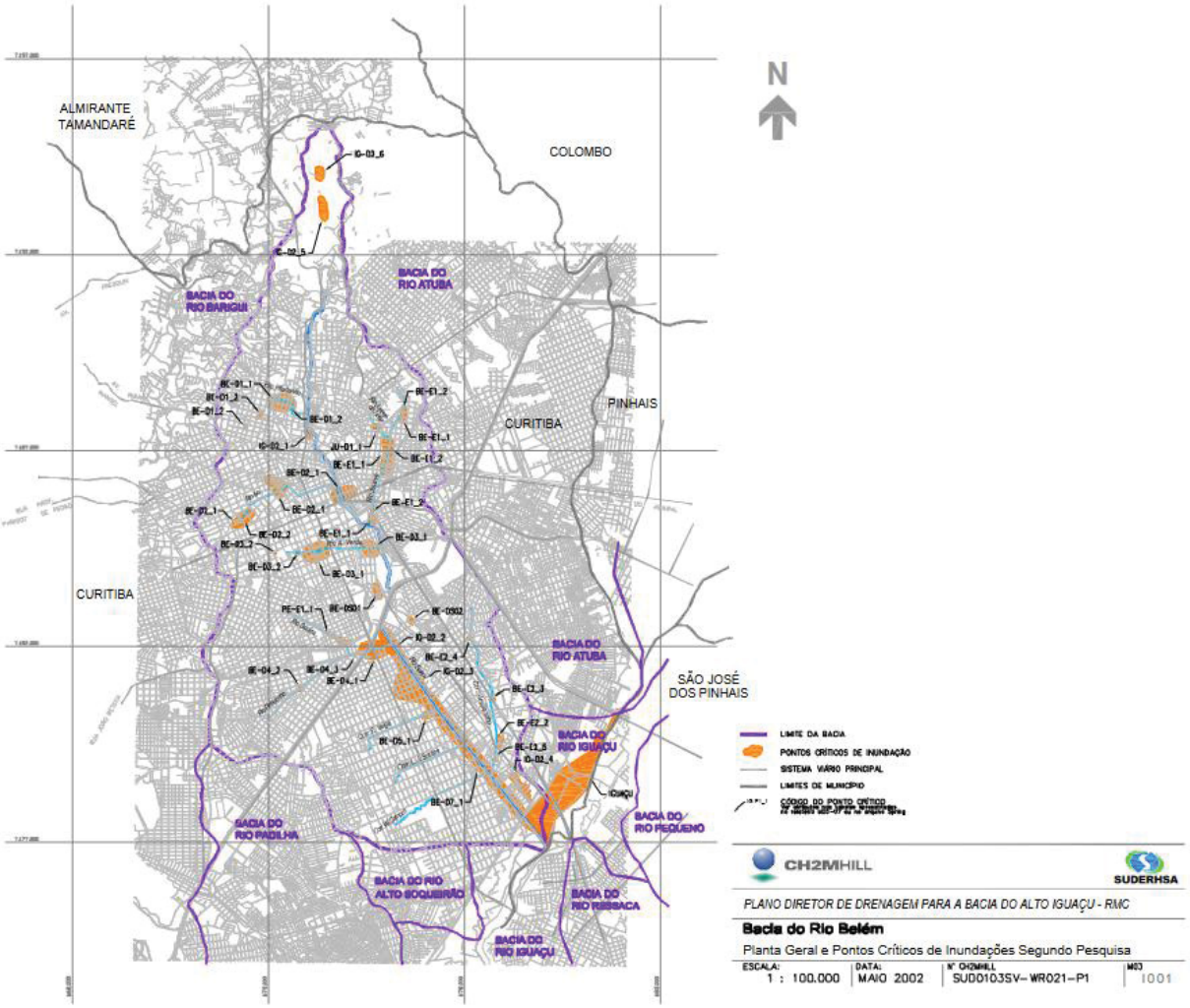
ANEXO 3 – MAPAS DE INUNDAÇÃO APRESENTADOS NO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DA BACIA DO RIO IGUAÇU

FIGURA 1 – ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL, APRESENTADAS NO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DA BACIA DO RIO IGUAÇU



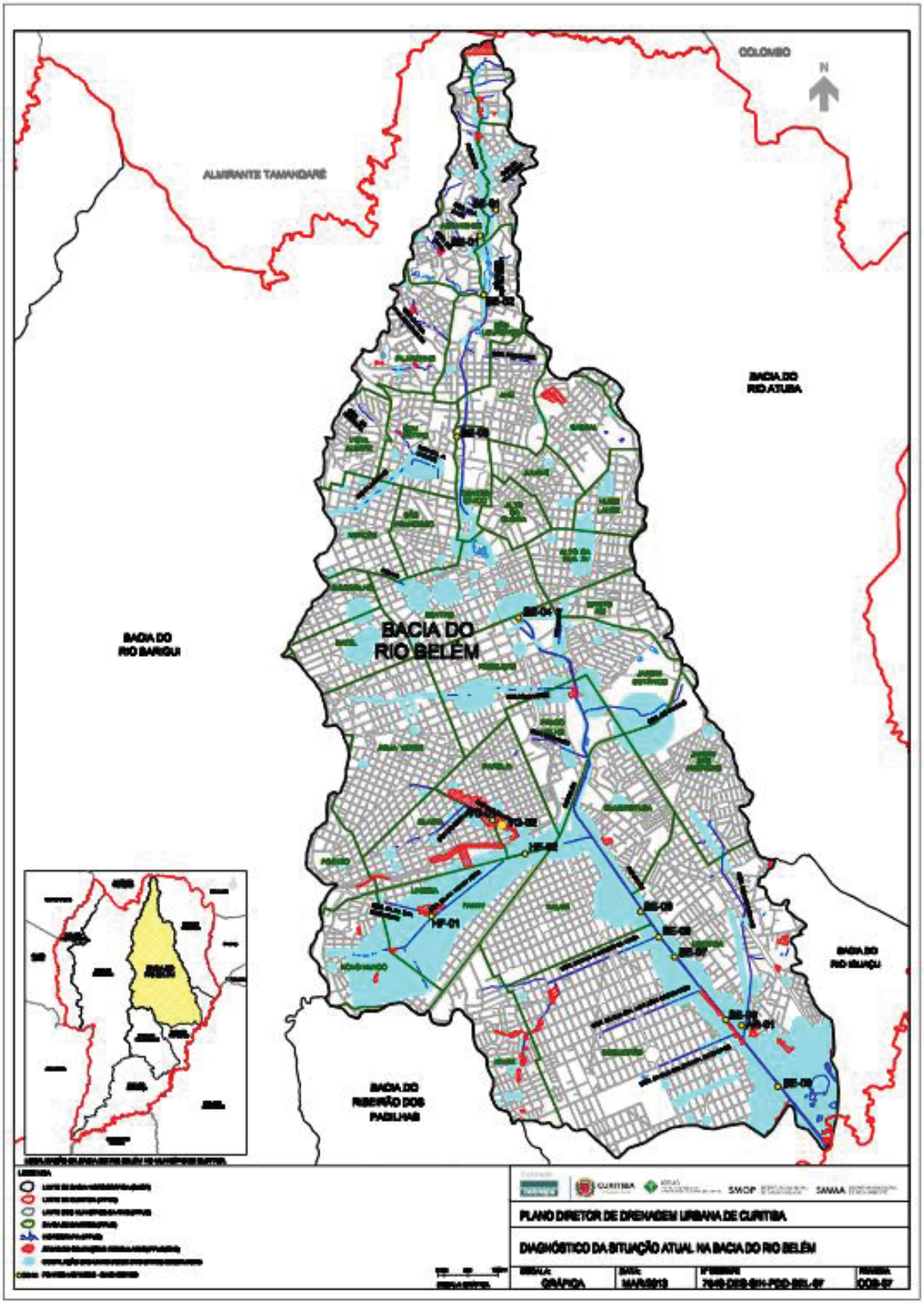
FONTE: SUDERHSA (2002).

FIGURA 2 – PONTOS CRÍTICOS DE INUNDAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL, APRESENTADAS NO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DA BACIA DO RIO IGUAÇU



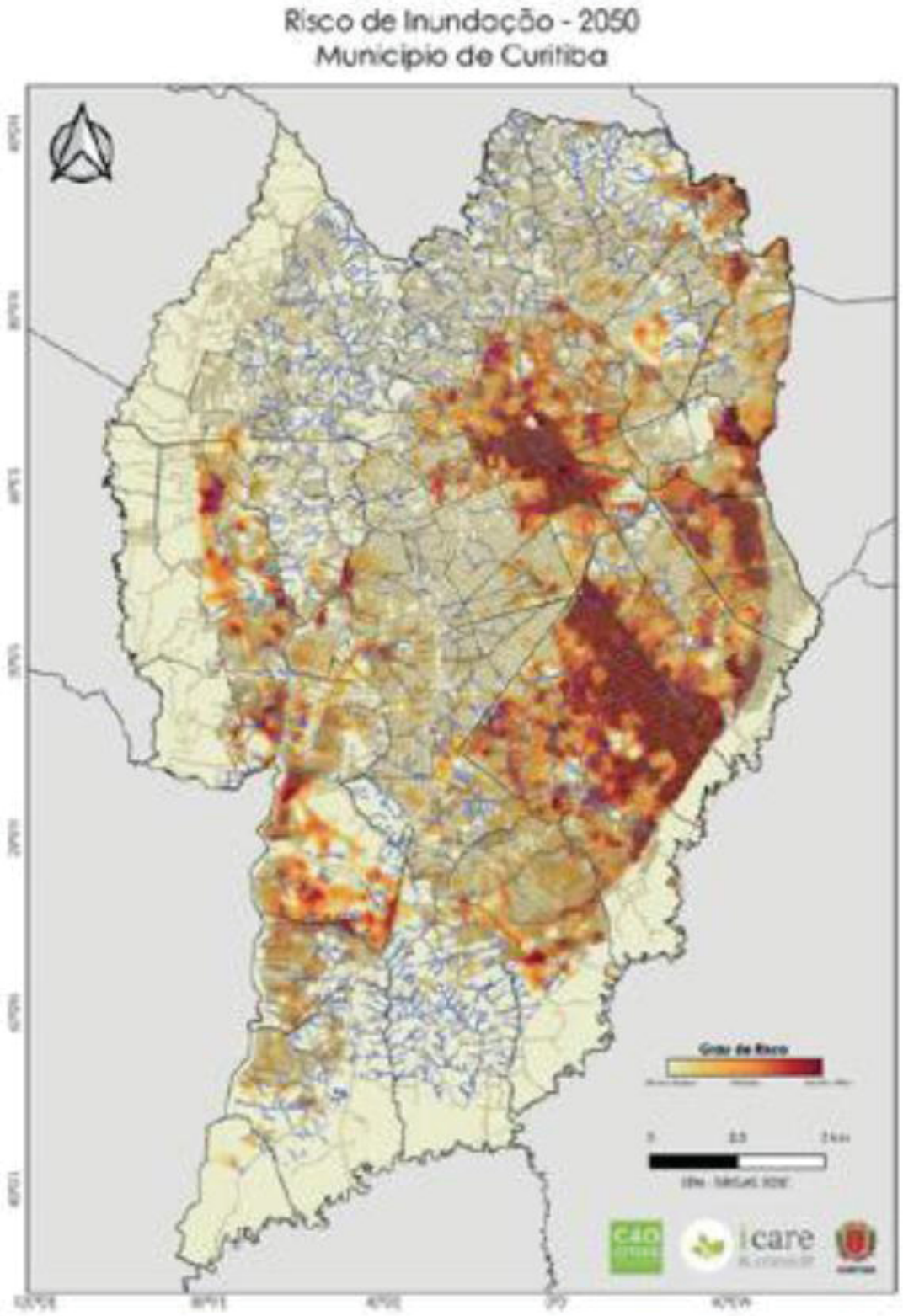
FONTE: SUDERHSA (2002).

ANEXO 4 – MANCHAS DE ENCHENTES OBSERVADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL, APRESENTADAS NO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DE CURITIBA



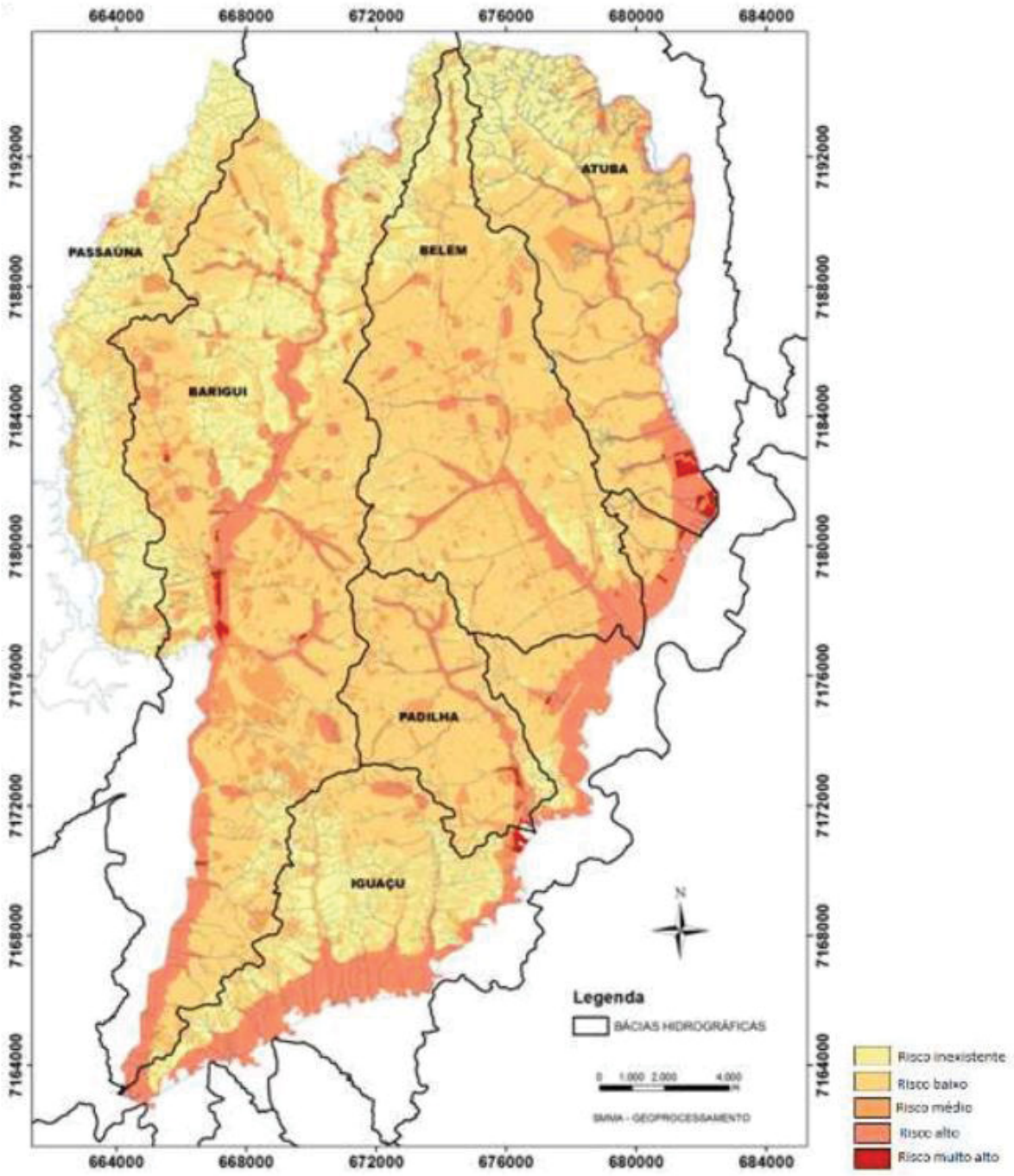
FONTE: CURITIBA (2017).

ANEXO 5 – RISCO DE INUNDAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM, CURITIBA, PR, BRASIL APRESENTADO NO PLANO MUNICIPAL DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DE CURITIBA



FONTE: CURITIBA (2020a).

ANEXO 6 – RISCO DE INUNDAÇÕES EM CURITIBA, PR, BRASIL



FONTE: LIMA et al. (2021).